

جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الأولى من السنة الرابعة عشرة

١١٤

محاضرة

تصميم وإنشاء الطرق

فى القطر المصرى

ألقاها

حضرة الأستاذ محمد رفاعى بك

وكيل مصلحة الطرق والكبارى

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٨ فبراير سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر لصاحبها محمود الخضرى



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الاولى من السنة الرابعة عشر

١١٤

محاضرة

تصميم وإنشاء الطرق
فى القطر المصرى

ألقاها

حضرة الاستاذ محمد رفاعى بك

وكيل مصلحة الطرق والكبارى

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٨ فبراير سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الاكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شينى)ويرسل برسمها.

محاضرة

تصميم وانشاء الطرق فى القطر المصرى

ينقسم موضوع هذه المحاضرة إلى مقدمة تاريخية وبابين الأول عن المباحث والتصميمات وتحضير الخرائط والرسومات والثانى عن التنفيذ وتحسين شبكة الطرق الرئيسية .

مقدمة تاريخية

أقدم الطرق فى مصر هى الطرق الصحراوية فان معظمها مطروق من عصور ما قبل التاريخ فهى التى سارت فيها القبائل الأولى التى اتخذت وادى النيل والدلتا وطناً لها بمجرد أن أصبحت صالحة للزراعة فطريق القوافل من فلسطين إلى شرق الدلتا المار فى شمال شبه جزيرة سيناء والطريق من بلاد العرب إلى شرق الدلتا أيضاً المار بالعقبة والقلزم (السويس الآن) وطريق وادى الحمامات الموصل من القصير إلى قفط وغيرها من طرق الصحراء الشرقية الموصلة إلى النوبة والسودان وأيضا الطرق الموجودة فى الصحراء الغربية التى تصل وادى النيل والدلتا بالواحات وبغرب السودان وأواسط أفريقيا و بلاد ليبيا وطرابلس كل هذه موجودة من عصر ما قبل التاريخ ـ فلما بدأت المدنية المصرية تتطور ودخلت مصر فى عصور الأسر التاريخية انتشرت الطرق فى الصحارى للوصول إلى المحاجر والمناجم وأقاموا على جوانبها العلامات الحجرية وحفروا لها الأبار وشيدوا لها

الاستراحات والصهاريج كما انتشرت أيضاً فى وادى النيل بانشاء جسور النيل وجسور الحيضان وجسور الترع فاستعملت هذه الجسور كلها كطرق توصل البلاد ببعضها و بالنيل الذى كان ولا يزال الشريان الأكبر لمواصلات بلادنا العزيزة .

استمر الحال على هذا النظام تقريباً الى آخر عصور الاسر الفرعونية مع زيادات قليلة أو كثيرة حسب درجة رقى كل عصر واحتياجاته ومن الزيادات التى اشتهرت الطرق المرصوفة بترابيع حجرية التى كانت توصل المعابد والاهرامات الى النيل أو الى أقرب مجرى ملاحى والطرق الممهدة التى كانت فى الضفة الغربية من طيبة للوصول ال المعابد والقبور الملوكية وغيرها وقد كان المرور البرى فى العصور الفرعونية عموماً قاصرا على دواب الحمل مع أن العجلة اخترعت فى أوائل الأسر الفرعونية ولكنها لم تستعمل إلا فى عربات الحرب التى كان يركبها الملوك وحاشياتهم .

وقد اقتفى البطالسة أثر الفراعنة فى صيانة الجسور والطرق وفى إنشاء ما احتاجت اليه تجاراتهم الواسعة مع الشرق وأواسط أفريقيا من الطرق الصحراوية وآبارها وصهاريجها واستراحاتها —

ومن الغريب أن الرومان الذين اشتهروا فى أوروبا وشمال أفريقيا وغرب آسيا بأنشاء الطرق الحربية لتسهيل حركات جيوشهم لم يقوموا فى مصر بعمل شىء من هذا مطلقاً والسر فى ذلك يرجع الى وجود النيل والترع الملاحية وجسور الحيضان التى كانت كافية لسد حاجات النقل والانتقال التجارى والحربى ولحفظ سلطة الحكومة التى لم تكن تهتم إلا

باستغلال البلاد لمصلحة روما فحسب .

وبقيت الحال على ما هى عليه فى عصور حكم الدول العربية التى كان اهتمامها موجهاً الى طرق الصحراء الشرقية بصفة خاصة .

أما فى العصر التركى فقد اهملت الجسور والطرق الصحراوية مثلما أهملت كل شئون القطر لأن الحكام الأتراك كانوا يعتقدون أن الطرق الممهدة تسهل غزو مصر لأنها تمكن العدو من نقل مدافعه .

ولما أراد الله إنقاذ مصر من الذل والفوضى على يد نابغة الشرق ساكن الجنان محمد على باشا الكبير كانت ترقية وسائل النقل من ضمن الاصلاحات العديدة التى عنى بها مؤسس الأسرة العلوية فجعل كثيرا من جسور الترع العديدة التى حفرها صالحة للسير والنقل مثل جسر الترعة المحمودية وغيره ولذلك انتشر استعمال عربات النقل خارج المدن بعد أن كانت محصورة فيها من قرون كما أنشأ طريق السويس فى سنة ١٨٣٤ بناء على رغبة الحكومة الأنجليزية ثم استغله لمصلحة مصر فى نقل البريد الهندى والمسافرين بين أوروبا والشرق الأقصى بدلا من طريق رأس الرجاء الصالح وأنشأ مصلحة «الترانزيت» لادارة النقل عليه وقد مهد طريق شبرا وغيره من طرق ضواحى القاهرة والأسكندرية ولذلك بدأت الطبقة الحاكمة فى عصره تستعمل عربات الركوب فى العاصمتين ، وقد أتم عباس باشا الأول عمل جده فرصف طريق السويس لغاية السراى البيضاء ولكن هذا الطريق أهمل بمجرد إنشاء الخط الحديدى سنة ١٨٥٤ ، ويمكن القول بأن مسألة الطرق بشكلها الحالى ظهرت فى عصر الخديوى اسماعيل العظيم فهو

أول من اهتم بتخطيط المدن ورصف شوارعها لتحسين حالة النقل فيها ففتح عدة شوارع جديدة فى القاهرة والأسكندرية وأنشأ أحياءاً جديدة فيهما ورصف شوارعهما وهو أول من أدخل استعمال العربات الحيوانية فى تفاتيشه الواسعة وتفاتيش الدومين وقلده فى ذلك كبار الملاك فانتشر استعمالها فى البلاد الصغيرة والقرى ولذلك كان عصره المعروف بأنه عصر الأشغال العمومية الكبرى وعصر السكك الحديديه كان أيضاً أول عصر أنشئت فيه السكك الزراعية بشكلها الحالى وكان انتشارها فى الأول فى تفاتيش الدائرة السنية والدومين ثم بصفة عامة على جسور الترع ، ومن الطرق المشهورة التى أنشأها أيضاً طريق أهرام الجيزة ومطلعه الموصل إلى ساحة الهرم الأكبر الذى لم يتغير شكله الأصلى إلا فى سنة ١٩٣٣ لمناسبة زيارة جلالة ملك إيطاليا . وجملة الكبارى التى أنشأها الخديوى اسماعيل تبلغ ٤٢٦ كوبرى منها ٢٧٦ فى الوجه البحرى والباقى فى الصعيد ومنها ثمانية كبارى كبيرة على النيل والترع الملاحية .

وفى سنة ١٨٨٧ استأنفت وزارة الاشغال الاهتمام بتمهيد الجسور وجعلها صالحة لسير العربات ولكن أول مجهود حديث لانشاء السكك الزراعية العمومية كان فى سنة ١٨٨٩ حيث قامت الوزارة المذكورة بتنظيم عقد اجتماعين فى الزقازيق والمنصورة حضرهما مدير كل إقليم وأعيانه فوافقوا على مشروعات السكك التى كانت قد حضرتها من قبل كما قرروا فرض ضريبة من قرشين إلى ثلاثة على الفدان لجمع مبلغ عشرين الف جنيه تقريباً لتنفيذ إنشاء تلك السكك فجمع المبلغ وبدىء فى العمل من شهر ديسمبر

من تلك السنة وتم إنشاء ما طوله ١١٠ كيلومتر فى الشرقية و ٩٨ كيلو متر فى الدقهلية فى أغسطس من السنة التالية

بعد هذه الفاتحة المباركة صدر قانون السكك الزراعية فى ٣ نوفمبر ١٨٩٠ فكان الأساس الذى شيدت عليه سياسة انشاء الطرق لغاية اليوم وهذه السياسة تتلخص فى حصر سلطة انشاء الطرق بين مجالس المديريات وتفاتيش الرى (مصلحة الطرق والكبارى الان) أو على الأصح بين وزاتى الداخلية والأشغال (وزارة المواصلات الان) — وقد أنتجت هذه السياسة طرقاً محلية كثيرة فى سائر الأقاليم حيث أنشئت عشرات الكيلو مترات من السكك الزراعية فى كل سنة كما يتضح من الجدول الملحق بهذه المقدمة والذى يبين أطوال الطرق التى أنشئت فى كل عام منذ سنة ١٨٨٩ للآن . ومما يلاحظ بالفخر أن الرأى العام لم يأخذ أكثر من سنة واحدة لادراك فوائد السكك الزراعية كما شهد بذلك مستر جارستن فى تقرير وزارة الأشغال عن سنة ١٨٩٢ وكان اقليم الفيوم أسبق الأقاليم فى انشاء السكك الزراعية .

وفى أوائل هذا القرن لما بدأ عصر السيارات يغير نظام النقل فى مصر بدأت وزارة الأشغال تشعر بأن السكك الزراعية التى أنشئت لتأدية خدمات محلية مثل توصيل القرى ببعضها أو بمحطات السكك الحديدية أو بالنيل أو بالمراكز وعواصم المديريات والتى لم يراعى فى تخطيطها إلا صلاحيتها للنقل والانتقال بالدواب والعربات الحيوانية . نعم بدأت تشعر بأن مثل هذه السكك لا تصلح للسيارات إلا بعد

توسيعها وتحسين تخطيطها وتسهيل منحنياتها ولف كسراتها ورصف ما يجب رصفه منها . هذا فوق ما تتطلبه حاجة السكك من توحيد فى نظام الانشاء والصيانة ومن تركيز فى الادارة لامكان انشاء الطرق الرئيسية الطوالى (Trunk Roads) الموصلة من العاصمة إلى المدن الكبيرة بالوجهين البحرى والقبلى — فصحت عزيمة الوزارة فى أواخر سنة ١٩١٢ إلى إيجاد « مصلحة الطرق الرئيسية » لتضطلع بهذه المسئوليات الخطيرة فبدأت حياتها من أول يناير سنة ١٩١٢ وشرعت فوراً فى اتمام طريق القاهرة إلى الاسكندرية ورصفه بالمكدام ولولا الحرب العظمى لكان تم رصف هذا الطريق المهم ولكن سرعان ما انتهت الحرب حتى استأنفت المصلحة نشاطها بعد أن ابتلعت « مصلحة الكبارى » فسميت « مصلحة الطرق والكبارى » فزادت أطوال الطرق زيادة كبيرة ورصفت كثيراً من الطرق كما هو ظاهر فى الجدول السابق ذكره — وفوق ذلك قد قامت المصلحة فى العشر سنوات الأخيره بانشاء وتجديد مئات من الكبارى القديمة ومنها كوبريين على النيل وهما كوبرى الخديوى اسماعيل وكوبرى بنها الذين افتتحا أخيراً للمرور كما قامت بانشاء كبارى ملاحية عديدة محل المعديات التى كانت موجوده على الرياحات والترع الملاحية الكبيرة فأصبحت الطرق متصلة ببعضها بعد أن كانت تفصلها تلك المعديات فمقدار التقدم الذى تقدمته الطرق والكبارى فى هذا العصر الأخير هو كبير جداً وجدير بعصر صاحب الجلالة الملك المعظم الأول فؤاد الذهبى فقد زادت أطوال الطرق فى عصره

الميمون بأكثر من ثلاثة آلاف كيلومتر ورصف أكثر من ٢٥٠ كيلومتر وأنشئت وجددت أكثر من ستماية قنطرة وكوبريا منها أكثر من ثلاثين كوبرى كبيراً على الترع الملاحية والترع الكبيرة والنيل — أمد الله فى حياته الغالية ليصل بمصر منشئة أول طرق مرصوفة فى العالم إلى أكبر مقام بين الأمم وأقر عينيه بولى عهده المحبوب صاحب السمو الملكى أمير الصعيد .

كشف ببيان أطوال السكك الزراعية التى أنشت من سنة ١٨٨٩ لغاية الآن

السنة	أطوال الطرق المنشأة فى كل سنة				جملة عامة	ملحوظات
	الترابية كيلو متر	الصحراوية كيلو متر	المرصوفة كيلو متر	جملة كيلو متر	كيلو متر	
١٨٨٩	٢٤٢ر٠٠٠	—	—	٢٤٢ر٠٠٠	٢٤٢ر٠٠٠	استلمت من تفاتيش الدومين فى سنة ١٨٨٧
١٨٩٠	٢٣٧ر٥٠٠	—	—	٢٣٧ر٥٠٠	٤٧٩ر٥٠٠	منها ٢٠٧ر٥٠٠ كيلو متر فى الوجه البحرى
١٨٩١	٩٦ر٥٠٠	—	—	٩٦ر	٥٧٦ر٠٠٠	» » » » القبلى
١٨٩٢	٣٦٢ر٠٠٠	—	—	٣٦٢ر	٩٣٨ر٠٠٠	منها ٢٥٠ر٠٠٠ كيلو متر فى الوجه القبلى
١٨٩٣	١٨١ر٠٠٠	—	—	١٨١ر٠٠٠	١١١٩ر٠٠٠	كلها فى الوجه البحرى
١٨٩٤	١٩٨ر٠٠٠	—	—	١٩٨ر٠٠٠	١٣١٧ر٠٠٠	منها ١٩٨ر٠٠٠ كيلو متر فى الوجه البحرى
١٨٩٥	١١٩ر٥٠٠	—	—	١١٩ر٥٠٠	١٤٣٦ر٥٠٠	منها ٨٥ر٥٠٠ » » »
١٨٩٦	٩١ر٠٠٠	—	—	٩١ر٠٠٠	١٥٢٧ر٥٠٠	
١٨٩٧	١٨٥ر٠٠٠	—	—	١٨٥ر٠٠٠	١٧١٢ر٥٠٠	معظمها فى الوجه البحرى
١٨٩٨	١٦٦ر٠٠٠	—	—	١٦٦ر٠٠٠	١٨٧٨ر٥٠٠	كلها » » »
١٨٩٩	١٦٢ر٠٠٠	—	—	١٦٢ر٠٠٠	٢٠٤٠ر٥٠٠	» » » »
١٩٠٠	٣٣٦ر٠٠٠	—	—	٣٣٦ر٠٠٠	٢٣٧٦ر٥٠٠	معظمها » » »
١٩٠١	٣٢ر٠٠٠	—	—	٣٢ر٠٠٠	٢٤٠٨ر٥٠٠	

١٩٠٢	٥٤ر٠٠٠	—	—	٥٤ر٠٠٠	٢٤٦٢ر٥٠٠	معظمها فى الوجه البحرى
١٩٠٣	٣٨ر٠٠٠	—	—	٣٨ر٠٠٠	٢٥٠٠ر٥٠٠	كلها » »
١٩٠٤	٦٨ر٥٠٠	—	—	٦٨ر٥٠٠	٢٥٦٩ر٠٠	معظمها فى الوجه القبلى
١٩٠٥	٩١ر٠٠٠	—	—	٩١ر٠٠٠	٢٦٦٠ر٠٠٠	» » »
١٩٠٦	٨٩ر٠٠٠	—	—	٨٩ر٠٠٠	٢٧٤٩ر٠٠٠	
١٩٠٧	٦٢ر٠٠٠	—	—	٦٢ر٠٠٠	٢٨١١ر٠٠٠	معظمها فى الوجه القبلى
١٩٠٨	٢٠٢ر٠٠٠	—	—	٢٠٢ر٠٠٠	٣٠١٣ر٠٠٠	كلها تقريباً فى الوجه القبلى
١٩٠٩	٩٢ر٠٠٠	—	—	٩٢ر٠٠٠	٣١٠٥ر٠٠٠	» » »
١٩١٠	٩٧ر٠٠٠	—	—	٩٧ر٠٠٠	٣٢٠٢ر٠٠٠	معظمها » »
١٩١١	٣٩ر٠٠٠	—	—	٣٩ر٠٠٠	٣٢٤١ر٠٠٠	» » »
١٩١٢	١٥٣ر٠٠٠	—	٤ر٠٠٠	١٥٣ر٠٠٠	٣٣٩٤ر٠٠٠	منها ٩٩ر٠٠٠ كيلوطريق من كفر الزيات للاسكندرية
١٩١٣	١١٣ر٠٠٠	—	٩ر٥٠٠	١١٤ر٠٠٠	٣٥٠٨ر٠٠٠	مصلحة الطرق استلمت الطرق الرئيسية بوجه بحرى
١٥ : ١٩١٤	٢٠٠ر٠٠٠	—	١٠ر٠٠٠	١٩٨ر٠٠٠	٣٧٠٦ر٠٠٠	تشمل الثلاثة شهور الأولى من سنة ١٩١٤
١٦ : ١٩١٥	٥٥ر٠٠٠	—	٤ر٥٠٠	٥٦ر٠٠٠	٣٧٦٢ر٠٠٠	أ ت مصلحة الطرق استلام كل الطرق بمصر
١٧ : ١٩١٦	٦٤ر٠٠٠	—	—	٦٤ر٠٠٠	٣٨٢٦ر٠٠٠	
١٨ : ١٩١٧	٧ر٠٠٠	—	٩ر٠٠٠	٧ر٠٠٠	٣٨٣٣ر٠٠٠	
١٩ : ١٩١٨	٨٥ر٠٠٠	—	—	٨٥ر٠٠٠	٣٩١٨ر٠٠٠	
٢٠ : ١٩١٩	٣٠١ر٥٠٠	—	—	٣٠١ر٥٠٠	٤٢١٩ر٥٠٠	
٢١ : ١٩٢٠	٥٠ر٠٠٠	—	١٥ر٠٠٠	٥٠ر٠٠٠	٤٢٦٩ر٥٠٠	
٢٢ : ١٩٢١	٢٣ر٠٠٠	٥ر٠٠٠	—	٢٨ر٠٠٠	٤٢٩٧ر٥٠٠	درب دنديل الصحراوى

تابع ماقبله

السنة	أطوال الطرق المنشأة فى كل سنة				جملة عامة	ملحوظات
	الترابية كيلو متر	الصحراوية كيلو متر	المرصوفة كيلو متر	جملة كيلو متر	كيلو متر	
١٩٢٢ : ٢٣	٢٦ر٥٠٠	—	—	٢٦ر٥٠٠	٤٣٢٤ر٠٠٠	
١٩٢٣ : ٢٤	١٣٥ر٠٠٠	—	٨ر٥٠٠	١٣٥ر٠٠٠	٤٤٥٩ر٠٠٠	
١٩٢٤ : ٢٥	٤٥٩ر٥٠٠	١٠ر٥٠٠	١٠ر٥٠٠	٤٧٠ر٠٠٠	٤٩٢٩ر٠٠٠	رصف درب جرزه
١٩٢٥ : ٢٦	٧٣ر٥٠٠	—	٢٢ر٥٠٠	٧٣ر٥٠٠	٥٠٠٢ر٥٠٠	بدىء فى رصف طريق رشيد
١٩٢٦ : ٢٧	٢٩٥ر٠٠٠	١١٨ر٠٠٠	٤٠ر٥٠٠	٤١٣ر٠٠٠	٥٤١٥ر٥٠٠	« اصلاح طريق السويس
١٩٢٧ : ٢٨	٥٣٧ر٥٠٠	—	٦ر٠٠٠	٥٣٧ر٥٠٠	٥٩٥٣ر٠٠٠	« اصلاح طريق الهرم الى الفيوم
١٩٢٨ : ٢٩	١٧٢ر٠٠٠	—	٥ر٠٠٠	١٧٢ر٠٠٠	٦١٢٥ر٠٠٠	
١٩٢٩ : ٣٠	١٩٧ر٥٠٠	٥٩ر٠٠٠	٢٨ر٥٠٠	٢٥٦ر٥٠٠	٦٣٨١ر٥٠٠	
١٩٣٠ : ٣١	٢٤٦ر٥٠٠	—	٦٦ر٥٠٠	٢٤٦ر٥٠٠	٦٦٢٨ر٠٠٠	
١٩٣١ : ٣٢	٥٦ر٠٠٠	—	١١ر٠٠٠	٥٦ر٠٠٠	٦٦٨٤ر٠٠٠	
١٩٣٢ : ٣٣	١٣٨ر٠٠٠	—	—	١٣٨ر٠٠٠	٦٨٢٢ر٠٠٠	

ملحوظة مهمة : هذا الكشف لا يشمل طرق الضواحى مثل طريق الاهرام وحلوان بضواحى القاهرة وطريق العامرية التابع لبلدية الاسكندرية والطرق التابعة لشركة قنال السويس بمحافظة القنال وطريق پور توفيق ومعمل البترول التابعين لبلدية السويس ولا يشمل الطرق الصحراوية التابعة لمصلحة الحدود .

الباب الأول

الدرس والتصميم وتحضير الخرائط والرسومات

ينقسم هذا الباب إلى المباحث الاتية :

(١) تعيين خط السير .

(٢) التخطيط .

(٣) الانحدارات الطولية .

(٤) المنحنيات الأفقية والظهر وزيادة العروضات فى المنحنيات .

(٥) « الرأسية .

(٦) القطاع العرضى وحرم الطريق .

(٧) صرف المياه السطحية والباطنية .

(٨) تقاطعات الطرق مع السكك الحديدية .

(٩) الكبارى والبرابخ والأعمال الصناعية الأخرى .

(١٠) الاشارات فى الطرق .

(١١) الطرق المخصصة للسيارات .

ولنبدأ الكلام الان عن هذه المباحث طبقاً لهذا الترتيب : —

١ — المبحث الأول — تعيين خط السير : —

أن تعيين خط سير أى طريق يتوقف على العوامل الأساسية الاتية

ا — الغرض من انشاء الطريق
ب — البلاد المطلوب خدمتها بتمرير الطريق عليها والنقط الضابطة لخط السير .
حـ — طبوغرافية المنطقة التى سيمر فيها الطريق ووسائل النقل الاخرى الموجودة بها من قبل .
د — درجة رقى المنطقة وأنواع المرور الموجود بها وهل هو محلى أم طوالى .
هـ — جملة تكاليف الانشاء

فاما عن العامل الاول فالواجب دائما ان يكون الغرض من انشاء الطريق موضع تقدير المهندس الذى يدرس خط السير فاذا كان الطريق مطلوبا لاغراض اقتصادية أى لتسهيل النقل والانتقال كما هو الحال فى وادى النيل والدلتا فالواجب يقضى بتمريره بحيث يخدم أكبر عدد من السكان أو أكبر مساحة من الاراضى الزراعية واذا كان الطريق مطلوبا لنشر الامن وللدفاع الوطنى ومنع التهريب الجمركى وغيره كما هو الحال فى الصحارى المصرية فيجب الاستئناس برأى اركان حرب الجيش أو مصلحة الحدود أو خفر السواحل فى اختصاص كل منها واذا كان الطريق مطلوبا للنزهة كما هو الحال فى المشاتى والمصايف فيجب تمريره وسط المناظر الطبيعية الجميلة بحيث يدخل أكبر قسط من السرور على الزائرين واذا كان الطريق مطلوبا لاستغلال مناجم أو محاجر كما هو الحال فى الصحراء الشرقية وفى شبه جزيرة سيناء فيجب ان يكون الطريق طوالى (Direct)

بين المناجم أو المحاجر وبين نقط استعمال المواد أو ميناء تصديرها أو أقرب محطة اليها وبالاختصار يجب أن يكون الغرض من انشاء الطريق دائما نصب عين المهندس عند تعيين خط السير لان المسألة ليست مسألة اختيار اقصر تخطيط أو اسهل منحنيات أو اخف انحدارات فحسب بل يجب الحصول على اكبر فائدة من الطريق فى حدود الغرض المطلوب من اجله وباقل نفقة . واما العاملين الثـــانى والثالث فمرتبطين ببعضهما اذ من الضرورى المرور على البلاد المطلوب خدمتها مع عدم تعمد مزاحمة وسائل النقل الاخرى الموجودة من قبل بل بالعكس يجب جعل الطريق متمما ومساعدا لها وذلك لفائدة الاقتصاد الاهلى مع المرور بالنقط الضابطة لخط سير الطريق كأن يكون مقررا من الاصل ان يقطع مجارى المياه أو خطوط السكك الحديدية فى نقط معينة أو يعبر سلسلة جبال فى درب معين مع مراعاة تجنب قطع مجارى المياه والخطوط الحديدية بقدر الاستطاعة وذلك تقليلا لمصادر الاخطار وتخفيفا لنفقـة الانشاء والصيانة ويجب بقدر الاستطاعة الابتعاد عن البرك والمستنقعات والاراضى المعرضة للغرق فى بعض فصول السنة .

وأما العامل الرابع فانه يطبق على الطريق الصحراوية فقط لان درجة رقى سائر أقاليم وادى النيل والدلتا هى واحدة بخلاف الصحارى حيث يجب درس درجة التقدم ومقدار المرور الطوالى والمحلى عند تقرير خط السير لاى طريق ويستثنى من ذلك الطرق المطلوبة لنشر الامن أو

للدفاع الوطنى أو لمنع التهريب الجمركى وغيره من أنواع التهريب الى داخل أو خارج القطر .

وأما العامل الخامس فاهميته أساسية اذ يجب دائما اختيار اقصد خط سير متى توازنت مزاياه مع مزايا الخطوط الاخرى ولهذه المناسبة أرى ضرورة استلفات النظر الى مسألة من الاهمية بمكان فى وادى النيل والدلتا وهى مسألة استعمال جسور النيل والترع والمصارف لتمرير الطرق عليها بقصد التوفير فى التكاليف الاولية وضمان وجود المياه لرش الطرق وصيانتها بقصد تقليل أشغال الاراضى الزراعية بالمنافع العامة حفظا للثروة الاهلية وهذه هى أهم الفوائد التى تعود على القطر من تحويل تلك الجسور الى سكك زراعية ولكنها مع جسامتها أرى أنها قد لا توازى العيوب الناتجة من استعمال تلك الجسور لسير الطرق التى تتلخص فى تعريض الارواح والاموال لخطر الغرق وهو الامر الذى لا يمكن ملافاته الا بوضع سياجات على حافة الطرق من جهة المياه وهذا يتكلف كثيرا كما لا يخفى وفى حرمان مصلحة الرى من كامل حريتها فى التصرف بجسورها للاغراض التى انشئت من اجلها . وهذا الامر مهم جدا فيما يختص بجسور النيل التى تكون فى فصل الفيضان مشغولة بالمواد والمهمات اللازمة لحفظها من غوائل الفيضان وأقل أهمية فيما يختص بجسور الترع والمصارف التى كثيرا ما تعطل لاجل تعديل الفتحات أو توسيع مجرى المياه أو تطهيره .

وهناك عيب أساسى فى جسور النيل والترع والمصارف وهو أنها مرتفعة عن الاراضى المجاورة لها باكثر مما يلزم للطرق وهذا يزيد فى

الاخطار التي يتعرض لها الجمهور وقت السير عليها والذى الجأ الحكومة فى الماضى الى تحويل بعض جسور النيل والترع والمصارف الى طرق هو قلة المال والرغبة فى تعميم الطرق فى سائر الاقاليم باقل نفقة وفى أقصر ما يمكن من الزمن

أما الان وقد انتشر استعمال السيارات بجميع انواعها فاظهرت عيوب تحويل جسور النيل والترع والمصارف الى طرق فانه يجب بقدر الاستطاعة الابتعاد عنها عند تعيين خط سير أى طريق وذلك لصعوبة التوفيق بين مصلحتى المنتفعين من الطرق والمنتفعين من تلك الجسور بل استحالة ذلك التوفيق فى كثير من الحالات — وفى الأحوال التى يرى فيها ضرورة السير على أحد جسور النيل أو الترع أو المصارف فانى أرى أن يكون جسر الطريق ملاصقا له من جهة أرض الزراعة ولكن أوطى منه وبذلك يكون جسر المجرى المائى كسياج يحفظ السيارات والجمهور من الغرق .

٢ — المبحث الثانى : التخطيط : —

بعد تعيين خط السير يبدأ فى وضع التخطيط النهائى أى تعيين محور الطريق أفقيا ورأسيا وذلك بتحضير المسقط الافقى والقطاعات العرضية والطولية للطريق — ولتخطيط الطرق علاقة أساسية بسلامة المرور وبالسرعة وبسهولة النقل وعلى ذلك يجب مراعاة القواعد الآتية عند تقرير التخطيط النهائى : —

ا — سلامة المرور — يراعى أن تكون المنحنيات الافقية سهلة ولها منحنيات انتقال فى المبدأ والنهاية كما يراعى أن يكون لها « ظهر » أى

تكون من الجانب الخارجى أعلا من الجانب الداخلى لمنع انقلاب السيارات أو انزلاقها الى الخارج وأن يكون عرض الطريق فى المنحنيات أوسع منه فى الاجزاء المستقيمة كما سيأتى شرح ذلك كله فى مبحث (المنحنيات الافقية والظهر وزيادة العروضات فى المنحنيات) ويراعى أن تكون المنحنيات الرأسية التى تتصل بين انحدارين فى اتجاه واحد أوفى اتجاهين متضادين طويلة بقدر الاستطاعة ليكون مدى الرؤية (Sight Distance) بالغا ١٥٠ متر فى الطرق الرئيسية ، ٩٠ متر فى الطرق الاقليمية كما سيأتى شرح ذلك فى مبحث «المنحنيات الرأسية» — أما عن استقامة الطريق فالمهم فيها أن يكون الطريق طوالى (Direct) بين النقط المطلوب خدمتها لان الاستقامة المطلقة قد تزيد فى التكاليف بدون موجب وليس من العيب ادخال المنحنيات مادامت مريحة بل بالعكس فانهـا قد تزيد فى جمال الطريق وتذهب بوحدة المناظر (Monotony) الملازمة للخطوط المستقيمة ولكن يجب أن تكون مداخل الكبارى ومداخل التقاطعات السطحية والعلوية والسفلية مستقيمة لمسافات كافية لمنع الاخطار.

ب — السرعة — يراعى أعطاء الطريق العرض الاصولى له لمنع تعطيل المرور السريع وجعل النقل بالسيارات اقتصاديا كما سيأتى ذلك فى مبحث « القطاع العرضى » .

ج — سهولة النقل — يجب مراعاة جعل الانحدارات الطولية سهلة على العربات الحيوانية حيث انها كثيرة العدد فى مصر وستكون دائما كذلك فى الوادى والدلتا . أما فى الطرق الصحراوية حيث لا وجود

للعربات الحيوانية فيمكن زيادة الانحدارات إلى القدر المناسب للسيارات كما سيأتى شرح ذلك فى مبحث « الانحدارات الطولية » .

٣ — المبحث الثالث : الانحدارات الطولية : —

الانحدارات الطولية لها أهميتها الخطيرة فى تصميم الطرق فعليها يتوقف تعميم فوائد الطرق وعلى الأخص فى المناطق الصحراوية وفى الأقاليم الغير مستوية مثل اقليم الفيوم — ويشمل هذا المبحث تعيين الحد الأقصى للانحدار الطولى لكل نوع من أنواع أسطح الطرق حتى تكون سهلة على العربات الحيوانية والسيارات أما تعيين الحد الأدنى فلا علاقة له بالمرور بل يخص صرف المياه السطحية ومياه الرشح كما سنشرح ذلك فى مبحث « صرف المياه » .

الحد الأقصى للانحدار الطولى : — يتوقف مقداره على أنواع المرور وأهمية كل منهـــا وعلى نوع سطح الطريق ترابياً كان أو مرصوفاً والقاعدتين الآتيتين توضحان مدى تأثير مقـدار الانحدار على فائدة الطريق من الوجهة الاقتصادية .

١ — زيادة الانحدار فى أى طريق معناها انقاص الأحمال التى يمكن نقلها عليه إذا كانت القوة غير قابلة للزيادة أو زيادة القوة إذا كانت قابلة للزيادة وذلك لامكان حفظ السرعة ثابتة فى الصعود ولو أنه سيحصل استرداد جزء من هذه القوة فى النزول .

٢ — زيادة الانحدار معناها نقص السرعة بالنسبة للعربات الحيوانية

لأن القوة فيها تعتبر ثابتة . أما بالنسبة للسيارات فمعناها زيادة القوة أى زيادة تآكل أدوات النقل الميكانيكى (وهو ما يسميه أصحاب السيارات هرش العدة) .

فلأمكان تعيين الحد الأقصى للانحدارات الطولية فى المناطق المختلفة من القطر المصرى يجب درس العوامل المهمة الآتية : —

ا — النقل بالعربات الحيوانية وأهميته الاقتصادية فى المنطقة .

ب — النقل بالسيارات وأهميته الاقتصادية فى المنطقة .

ج — العلاقة بين الانحدار وتكاليف الانشاء أى تأثير تخفيف الانحدار على كميات الحفر والردم وغيرها من الأعمال .

د — العلاقة بين الانحدار ونوع سطح الطريق

ولنتكلم الان عن كل من هذه العوامل الأربعة :

ا — الانحدار الطولى والنقل بالعربات الحيوانية :

لما كانت العربات الحيوانية ذات أهمية أساسية للنقل فى وادى النيل والدلتا لأنها منتشرة الاستعمال فى كل الأقاليم فلا يمكن الاستغناء عنها فى المستقبل مهما كان بعيداً ولذلك أرى ضرورة تحديد مقدار الانحدار الطولى للطرق فى الوادى والدلتا على أساس قوة حيوانات الجر لأنه متى كان الانحدار سهلا عليها كان بطبيعة الحال أسهل على السيارات.

ولما كانت الأغلبية الساحقة لعربات النقل فى مصر ليس لها فرامل فيجب الاهتمام بتوفير شروط السلامة لها فى النزول بقدر الاهتمام فى تخفيف عبء الصعود لأن الانحدار الذى يعتبر صعودا بالنسبة لأى عربة

هو نزول بالنسبة لأخرى تسير فى الاتجاه المضاد لذلك يجب أن يراعى فى تحديد الحد الأقصى للانحدار الطولى مقدار قوة الجر فى الحيوانات للصعود ومقدار قوة الانحدار فى العربات المحملة وهى القوة التى تدفع الحيوان إلى الأمام أثناء النزول فالواجب يقضى بجعلها مساوية لمقاومة التدحرج أو أكثر منها بقليل حتى لا يتعثر الحيوان فى النزول .

وحيث انه لم تعمل تجارب علمية فى مصر للآن لتعيين قوة الجر فى الحيوانات فليس أمامنا إلا الاعتماد على نتائج التجارب التى عملت فى أوروبا وأمريكا وتطبيقها على الحالة فى مصر

وحيث ان كل حيوان من حيوانات الجر يمكنه إخراج قوة للجر تساوى عشر وزنه وذلك لمدة ثمانية ساعات وهو يوم العمل على أن تكون السرعة أربعة كيلومترات فى الســـاعة أى أنه يمكنه أن يستمر على هذا المجهود بانتظام لمسافة اثنين وثلاثين كيلو متر — هذا فيما يختص بالمجهود العادى أما المجهود الاستثنائى فانه يمكن للحيوان أن يخرج مجهوداً مساوياً لنصف وزنه وذلك عند البدء فى الجر لامكان التغلب على القصور الذاتى وقوة الاحتكاك ومقاومة التدحرج ومقاومة الانحدار ان وجد ويمكن للحيوان أيضاً إخراج مجهود مساوياً لربع وزنه بصفة استثنائية أيضاً وذلك لمسافة لا تتجاوز ٤٠٠ متر عند صعود الانحدارات .

فاذا اعتبرنا ان وزن حصان الجر فى مصر يبلغ ٥٠٠ كيلوجرام (وهو تقدير معتدل) فان قوة الجر الاستثنائى لصعود المنحنيات تكون $\frac{٥٠٠}{٤}$ = ١٢٥ كيلو جرام وهى قوة كافية لان يتسلق الحيوان انحدارا مقداره ٥٪

بنفسه ويجر عربة ثقلها الكلى طن واحد اذا كان سطح الطريق ترابيا وممهدا واثنين طن اذا كان سطح الطريق مرصوفا بالمكدام الاسفلتى — وعلى ذلك يمكن تحديد الحد الاقصى للانحدار الطولى فى الوادى والدلتا بخمسة فى المائة حتى يكون فى الاستطاعة تسلقه بسهولة بالنسبة للعربات الحيوانية

ب — الانحدار الطولى والنقل بالسيارات :

الانحدار الطولى له علاقة أساسية بالنقل بالسيارات وهى تتلخص فى القواعد الآتية : —

١ — زيادة الانحدار الطولى تزيد فى تعرض السيارات للاخطار وعلى الاخص فى النزول .

٢ — زيادة الانحدار الطولى تقلل من الاحمال التى يمكن نقلها لان قوة الماكينة لها نهاية معينة .

٣ — زيادة الانحدار الطولى تزيد فى مصاريف تشغيل السيارات من وجهة الوقود ومن وجهة الصيانة والتجديد .

وببحث كل هذه العوامل يرى أن تحديد الحد الاقصى للانحدار الطولى فى طرق الوادى والدلتا بمقداره ٥ ٪ السابق تحديده للعربات الحيوانية هو مناسب أيضا للسيارات ولو أنهـا فى استطاعتها صعود انحدارات اكثر من ذلك بكثير ولكنه اقتصادى من وجهة تشغيلها وصيانتها .

أما فى الطرق الصحراوية وهى التى تعتبر من الوجهة الهندسية كأنها مخصصة للسيارات فانه يمكن تحديد الحد الاقصى للانحدار الطولى بعشرة فى المائة لانه فى مثل هذه الطرق قد يكون من المستحيل احيانا تخفيف الانحدارات عن هذا القدر بمصاريف معقولة لان تخفيف الانحدارات فى الصحارى المصرية وعلى الاخص فى الصحراء الشرقيــة التى تكثر فيها الوديان والتلال يحتاج لاعمال حفر وردم جسيمة .

أما فى الطرق الجبلية مثل طرق سيناء وشواطىء البحر الاحمر فيمكن زيادة مقدار الانحدار الطولى فيها الى ١٢٪ ولكن بطبيعة الحال تكون قيمة الطرق التى يوجد بها مثل هذا الانحدار محدودة من الوجهة الاقتصادية ويجب دائما انتهاز كل فرصة لتحسين قيمتها بتخفيف الانحدارات .

ج — العلاقة بين الانحدار الطولى وتكاليف الانشاء :

حيث أنه مسموح بوجود انحدارات طولية لغاية ٥ ٪ فى طرق وادى النيل والدلتا واقليم الفيوم ولغاية ١٠٪ فى الطرق الصحراوية ولغاية ١٢ ٪ فى الطرق الجبلية فيجب اذن مراعاة عدم زيادة التكاليف العمومية زيادة كبيرة من أجل تخفيف الانحدارات عن هذه المقادير ويستثنى من ذلك الحالات التى يرى فيها أن الصرف فى محله للاهمية الخاصة للطريق .

د — العلاقة بين الانحدار الطولى ونوع سطح الطريق :

سبق الاشارة الى امكان زيادة الثقل الكلى للعربة الذى يمكن لحصان الجر الصعود به فى منحدر مقداره ٥ ٪ من طن واحد اذا كان

سطح الطريق ترابيا الى اثنين طن اذا كان السطح مرصوفا بالمكدام الاسفلتى وهذا من وجهة الاحمال المطلوبة نقلها على انحدار معين أما من وجهة تغيير الانحدار فانه يمكن زيادته أو انقاصه تبعا لطبيعة سطح الطريق من حيث خشونته ونعومته أوكان مستويا صلبا أوقابلا للضغط وغير مستو ولذلك قد وضعت جداول لبيان مقادير الانحدار الطولى المناسبة لكل نوع من اسطح الطرق وهذه الجداول هى نتيجة التجارب التى عملت فى الخارج على مقاومة الجر ومقاومة الانحدار وعلى قوة الاحتكاك ومقاومة الانزلاق الطولى . وقد اقتصرنا فى الجـــدول الآتى على انواع الاسطح المستعملة فى طرق مصر وكباريها ومداخل الكبارى :

رقم	نوع سطح الطريق	مقدار الحد الاقصى للانحدار الطولى فى المائة
١	الطرق الصحراوية الطبيعية (المكونة من رمل وحصى)	من ٧ الى ١٠
٢	مكدام مائى غير مدهون بمادة اسفلتية	« ٨ « ١٠
٣	« « مدهون بمادة اسفلتية	« ٦ « ٨
٤	طوب مشطوف أو منفوش (طوب مزجج) . .	« ١٠ « ١٢
٥	ترابيع جرانيت	« ١٢ « ١٥
٦	أسفلت ناعم (Sheet Asphalt)	« ٣ « ٥
٧	مكدام اسفلتى أو خرسانة اسفلتية	« ٥ « ٧
٨	خرسانة اسمنتية	« ٦ « ٨
٩	الطرق الترابية	« ٤ « ٦

وعلى كل حال اذا كان الانحدار مفيدا بالظروف الملابسة له فيجب اختيار المادة التى تلائمة مع العلم ان الانحدار الشديد مع قصر المسافة خير من الانحدار الخفيف مع طولها ولهذه المناسبة نذكر شيئاً عن الانحدارات العكسية (Adverse Gradients) وهى التى تعتبر مضيعة للوقت والقوى كأن يهبط الطريق قليلا أو كثيرا مع ان الاتجاه العام له هو الصعود الى منطقة عالية أو ان يصعد مع ان الاتجاه العام هو الهبوط الى منطقة منخفضة — والانحدارات العكسية تعتبر أصلا مضيعة للوقت والقوى كما تقدم ولكنها تستعمل كعلاج للانحدارات الطويلة المملة التى تسبب اخطارا للسيارات اثناء النزول وذلك بادخال انحدار عكسى لمسافة قصيرة ليكون فرصة لدى سائقى السيارات لايقاف سياراتهم الجامحة (runaways) أو التى احترقت احزمة فراملها أو كسرت تروس السرعة فيها وهى حوادث كثيرة الاحتمال فى الانحدارات الطويلة المملة .

٤— المبحث الرابع : المنحنيات الافقية والظهر وزيادة العرض : —

كان المتبع الى عهد قريب ان تعمل منحنيات الطرق بشكل جزء من دائرة يزداد نصف قطرها تبعا لاهمية الطريق ومقدار زاوية الانحراف، كما هو الحال فى السكة الحديدية حتى أواخر القرن الماضى ولما كانت سرعة السيارات قد أصبحت لا تقل عن سرعة القطارات وتفوقها فى بعض الاحيان فقد أصبح لزاما على المهندسين ادخال منحنيات الانتقال (Transition-curves) بين المماسين والجزء الدائرى حتى تكون الملفات متفقة مع طبيعة دوران السيارات (انظر شكل ١ ، ٢) ولما بدىء فى ادخال

هذه الطريقة بعد الحرب العظمى استعمل المهندسون الامريكان المنحنى المستعمل فى السكة الحديدية وهو « الحلزون » (transition-spiral) ولكن مباحث مهندسى فرنسا ادت الى تفضيل المنحنى المسمى ثمانى برنويللى (Bernouilli's Lemniscate) على الحلزون لانه حائز لكل الخواص الواجب توفرها فى منحنيات الانتقال التى تتخلص فى أن يكون نصف القطر لا نهائى عند نقطة الاتصال بالمماس ثم يقل تدريجيا بنسبة عكسية مع طول المنحنى محسوبا من نقطة التماس وفوق ذلك يجب أن تكون فيه تصغير نصف القطر بطيئة فى أواخر المنحنى ليسهل توصيله بالجزء الدائرى من الملف .

ولما كان الغرض الأساسى من ادخال منحنيات الانتقال هو التدرج فى ادخال القوة المركزية الطاردة فى السيارات لمنع ارتجاجها فى أول الملف وفى آخره عند الانتقال من حالة السير فى خط مستقيم الى حالة السير فى منحنى — وأيضا لما كان الواجب فى الملفات منع السيارات من الانزلاق العرضى الى خارج الملف مع اعطائها الحرية الكافية للدوران فلذلك يجب ان يكون تصميم الملفات بالطريقة الآتية لتكون وافية بهذه الأغراض .

أولا — إدخال منحنيات الانتقال فى أول الملف وفى آخره بين المماسين والجزء الدائرى .

ثانياً — تغيير القطاع العرضى للطريق بعمل « ظهر » له أى جعل الجانب الخارجى أعلا من الجانب الداخلى لمنع انزلاق السيارات إلى

الخارج ولتوزيع الثقل بالتساوى بين العجل الخارجى والداخلى أثناء السير فى الملف .

ثالثاً — توسيع الطريق فى الملف من الداخل لأن السيارات تأخذ عرضاً أكبر فى الملفات وعلى الأخص الأمنو بيسات واللوريات ذات المقطورات ولأن الحالة النفسية لسائقى السيارات أثناء السير فى الملف تحتاج لزيادة العرض لتطمينهم على سلامتهم وراحتهم .

ولنتكلم الآن أعن كيفية جعل المنحنيات مستوفية لهذه الشروط الثلاثة : —

أولا — حساب الظهر (Superelevation) : —

يحسب مقدار « الظهر » أى ارتفاع الجانب الخارجى عن الجانب الداخلى بالقانون الأمريكى الآتى : —

$$ر = ٠٫٦٧ \times \frac{س^٢}{نق}$$

وفيه س = السرعة بالميل فى الساعة

نق = نصف قطر المنحنى الدائرى فى محور الطريق بالقدم

ر = النهاية العظمى للظهر بالبوصة فى القدم الواحد من عرض الطريق فى منتصف الملف

ومقدار الظهر فى المبدأ يكون معدوماً ثم يزداد تدريجياً إلى أن يصل إلى المقدار المقرر بالقانون المذكور فى منتصف الملف وكذلك يزول تدريجياً إلى أن ينعدم فى الطرف الآخر للملف — والسرعة التى تدخل

فى حساب الظهر هى أكبر سرعة قانونية مسموح بها على الطرق وهذا يعتبر جزاء عادل للسائقين الذين يتجاوزونها إذ يحرمون من المزايا الهندسية التى تعمل لتوفير راحتهم وضمان سلامتهم عند الدوران فى الملفات .

ولما كانت زيادة الظهر أكثر من اللازم تضايق العربات الحيوانية لأنها بطبيعتها لا تحتاج اليه مطلقاً وكذلك تضايق السيارات التى قد تضطر للوقوف فى الملفات وتسبب كسر ياياتها فى بعض الحالات لذلك رأى أغلبية المهندسين ألا يتجاوز مقدار الظهر $\frac{١}{١٢}$ من العرض بأى حال من الأحوال ولا يستثنى من هذه القاعدة إلا الطرق المخصصة لسباق السيارات .

ويجب دائماً محو « التنفيخ » الموجود فى القطاع العرضى للطرق قبل ابتداء الملفات وذلك بادخال انحدار طولى مقداره $\frac{١}{٣٠٠}$ أى تكون المسافة ثلاثين متراً بالنسبة لطريق مرصوف بالمكدام الأسفلتى بعرض ٦ متر وتنفيخه عشرة سنتيمترات .

ثانيا — كيفية رسم وتخطيط منحنى الانتقال

حيث قد تقرر أن أفضل المنحنيات الرياضية للاستعمال كمنحنى انتقال فى ملفات الطرق هو المنحنى المعروف باسم « ثمانى برنوييلى » السابق ذكره فلنشرح الآن خواص هذا المنحنى وطريقة رسمه على الورق وكيفية استعماله فى الطرق وذلك لان هذا المنحنى حديث جدا ولم يسبق ادخاله

فى مصر ولم يستعمل فيها إلا مرة واحدة فى طريق السويس .

والشكل رقم (٤) يوضح العلاقة بين « ثمانى برنو يللى » والمنحنيات الأخرى التى تستعمل فى السكك الحديدية ومن هذه المقارنة تظهر مزاياه السابق ذكرها .

والشكل رقم (٥) يبين خواص « ثمانى برنو يللى » التى تتلخص فى أن محوره الأكبر يكون على زاوية ٤٥ درجة من المماسين عند المبدأ وهما أ س . أ سَ وانه إذا رسم أى شعاع قطبى أ ن ثم رسم المماس عند نقطة ن فان الزاوية حـ الواقعة بين المماس والشعاع القطبى تكون دائماً ضعف الزاوية القطبية ب وعلى ذلك تكون الزاوية الخارجية ء ثلاثة أمثال الزاوية القطبية (ب) ومن هذا ينتج أن الزاويتين القطبيتين ب ، بَ المكونتين بواسطة شعاعى المحور الأصغر ن ، نَ تساوى كل منهما ١٥ درجة لأن الزاوية الخارجية فى هذه الحالة تساوى ٤٥ درجة .

ومن خواصه أيضاً أن نسبة طول المحور الأصغر إلى المحور الأكبر كنسبة ١ : √٢ أى $\frac{١}{١٫٤١٤٢}$ وأن المثلث أ ن نَ هو دائماً متساوى الاضلاع وأما معادلة المنحنى فهى : —

ـــہ = م √جا (٢ ب)°

وفيها ـــہ = طول أى شعاع قطبى

م = طول المحور الأكبر (وهو عادة مقرر من قبل)

ب = الزاوية القطبية للشعاع القطبى المطلوب حساب طوله .

وأما معادلة نصف قطر الانحنـاء (Radius of Cuvature) فهى :

$$نه = \frac{ش}{٣ جا (٢ ب)^{٥}}$$

وفيها نه = نصف قطر الانحناء فى أى نقطة وباقى الاصطلاحات كما تقدم .

ومن هذه المعادلة يتضح أن نصف قطر الانحناء يكون لا نهائى فى المبدأ ثم يصغر تدريجياً إلى أن يصل إلى حده الأدنى عندما تكون الزاوية القطبية ب = ٤٥ درجة أى عند النقطة هـ وفى هذه الحالة يساوى $\frac{ش}{٣}$ أى ثلث طول المحور الأكبر :

فمن هاتين المعادلتـين والخواص المذكورة يمكن رسم المنحنى على الورق وتخطيطه فى الطبيعة وانما يستحسن بل يجب تحضير جداول مثل الجدولين المبينين بالشكل رقم ٨ لـكى يستعملها المهندسون المشتغلون برسم وتخطيط المنحنيات توفيراً للوقت الـكثير الذى تستغرقه العمليات الحسابية فيما لو طبقت القوانين مباشرة فى كل حالة .

والشكلين ٦ و ٧ يبينـان كيفية إدخال المنحنى فى ملفات الطرق فيستعمل نصف من « ثمانى برنويللى » لـكل منحنى انتقالى و إذا كانت زاوية انحراف الطريق أقل بكثير من ٩٠ درجة أى أن المماسين يكونان زاويه منفرجة كبيرة كما هو الحال فى معظم ملفات الطرق المهمة فانه يستحسن فى هذه الحالة جعل الملف كله انتقالى أى مكوناً من نصفين من « ثمانى برنويللى » واحد فى كل جانب ومتماسين فى الوسط بدون وساطة قوس

دائرى أما إذا كانت زاوية انحراف الطريق أكبر من ٩٠ درجة فانه يجب استعمال قوس دائرى لتوصيل النصفين ببعضهما فى الوسط .

وقبل ترك هذا المبحث أكرر على حضرات الزملاء رجائى فى ضرورة استعمال « ثمانى برنو يللى » فى الملفات لما فيه من المزايا الكبيرة التى تمنع اختلال توازن السيارات كما أحذرهم من الوقوع فى بعض الأخطاء الشائعة فى عمل الملفات وأخص منها بالذكر الطريقة التى يتبعها بعض المهندسين للاستغناء عن إدخال منحنيات الانتقال فى الملفات بعمل ظهر للطريق بشكل تدريجى قبل الوصول إلى نقطة التماس أى فى الجزء المستقيم منه بحيث يصل مقداره إلى مقدار الظهر الحقيقى فى الملف الدائرى عند الوصول إلى نقطة التماس وهذه الطريقة تسبب أخطاراً للسيارات لأنه لا توجد قوة مركزية طاردة على المماس المستقيم واننا نفضل عليها عدم إدخال ظهر بالكلية عند استحالة إدخاله والاكتفاء بجعل الملف مريحاً عند طرفيه كما هو متبع فى شوارع المدن لأن سرعة السيارات تكون معتدلة بطبيعتها فى الشوارع داخل المدن .

ثالثاً — زيادة عروضات الطرق فى المنحنيات :

سبق ذكرنا أنه يجب توسيع الطرق فى الملفات من الداخل لسببين أولا لأن السيارات تشغل عرضاً أكبر وهى تدور فى الملفات عنها وهى تسير فى خط مستقيم وثانياً لأن سائقى السيارات يحتاجون لعرض أكبر للاطمئنان عند الدخول فى الملفات ولضمان مدى الرؤية . ولما كان السبب الأول يقتضى التوسيع بمقدار هو دون ما يسد حاجة السبب الثانى إلا فى

الأحوال التى يكون فيها نصف قطر المنحنى صغيراً كما هو الحال فى شوارع المدن ولكن السرعة فى مثل هذه الأحوال تكون صغيرة أيضاً أو معتدلة فلا تحتاج للاهتمام بزيادة العروضات — أما فى الطرق الرئيسية والاقليمية فان الزيادة التى يقتضيها السبب الثانى تغطى الزيادة التى يتطلبها السبب الأول . وعليه فيكتفى بتطبيق الزيادة الأولى .

وتوجد عدة قوانين لحساب الزيادة ولكننا نفضل الطريقة العملية المبينة بالشكل رقم(٩) وتتلخص فى إدخال منحنى انتقالى (ثمانى برنو يللى) فى الجانب الداخلى للطريق أسوة بالجانب الخارجى مع جعل نقطتى التماس للجانب الداخلى أ ، أ سابقتين لنظيرتيهما أ أ بحيث يكون الخطين أ أ ، أ أ موازيين لنصف زاوية تقابل المماسين و بذلك يكون عرض الطريق فى وسط الملف مساوياً لعرضه فى الجزء المستقيم مضروبا فى (قا $\frac{ف ْ}{٢}$) كما هو موضح فى الشكل المذكور .

وهذه الزيادة كافية لأن قاطع نصف زاوية الانحراف يكون دائماً كبر من الوحدة بكثير لأنها تكون عادة صغيرة فى الطرق الرئيسية والاقليمية المهمة .

٥ — المبحث الخامس : المنحنيات الرأسية :

يجب إدخال منحنيات رأسية عند كل تغيير محسوس فى الانحدارات الطولية بسبب تقابل انحدارين فى اتجاه واحد أو فى اتجاه مضاد ـ وهذا الوجوب هو لضمان سلامة السيارات ولجعل مدى الرؤية (Sight Distance)

كبيراً فى حالة تقابل انحدارين متضادين كما هو الحال فى الكبارى العالية والممرات العلوية .

والقاعدة العامة لتحديد مدى الرؤية أن يكون ١٥٠ متر فى الطرق الرئيسية ، ٩٠ متراً فى الطرق الاقليمية أما فى الطرق الصحراوية والجبلية فانه لا يمكن تحديد مدى الرؤية لأن ذلك قد يزيد فى تكاليف الانشاء بنسبة كبيرة ولذلك يكتفى بمراعاة جعل مدى الرؤية أكبر مايمكن مع وضع علامات لتهدئة السرعة فى النقط التى يكون فيها مدى الرؤية أقل من ٩٠ متر.

والمتبع أن تعمل المنحنيات الرأسية بشكل قطع مكافىء لأنه المنحنى الطبيعى لسقوط الأجسام المكتسبة سرعة — ويحدد طول المنحنى الرأسى من الجدول الآتى وهو مبنى على اعتبار أن محور بصر السائق يعلو بمقدار ١٫٦٥ متر عن سطح الطريق فاذا كان ارتفاع محور البصر عن سطح الطريق أكبر من ذلك كما فى حالة اللوريات والامنوبيسات فيكون شرط السلامة متوفراً أكثر من المطلوب .

الفرق الجبرى بين الانحدارين	طول المنحنى الرأسى فى الطرق الرئيسية	طول المنحنى الرأسى فى الطرق الاقليمية	ملحوظات
٥ أو أقل	من ٦٠ إلى ٣٠ متر	٣٠ متر فأقل	لاستخراج الفرق
٨	٩٠ متر	٤٥ «	الجبرى بين الانحدارين
١٠	١٢٠ «	٦٠ «	يلاحظ ما اذا كان
١٢	١٤٥ «	٧٥ «	الانحدارين فى اتجاه
١٤	١٦٠ «	٨٠ «	واحد أو فى اتجاه
١٦	١٨٠ «	٩٠ «	مضاد

وتوجد طريقة عملية أخرى لحساب طول المنحنى الرأسى ورسمه على اعتبار أنه قطع مكافىء وهى مؤسسة على القانون الآتى :

ل = ٤٤ س ظا ىہ°

وفيه س = السرعة القانونية للسيارات فى الساعة بالـكيلومتر

ىہ° = زاوية التغيير بين الانحدارين

وبعد حساب الطول (ل) الذى هو البعد ا ء او ء حـ فى الشكل رقم (١٠) يوصل الوتر ا حـ ويرسم من ء الخط الرأسى ء ب وينصف فى هـ فتكون هـ رأس المنحنى المطلوب رسمه — ثم يقسم كل من جانبى الوتر وهما ا ب ، ب حـ إلى عشرة أقسام وترسم احداثيات رأسـية من نقط التقسيم كما هو مبين فى الشكل فاذا اعتبرنا الاحداثى هـ ب مساويا للوحدة فتكون أطوال الاحداثيات الأخرى بالنسبة له كما يأتى :

رقم الاحداثى	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
نسبة طوله إلى طول الاحداثى الوسط	١٩ر٠	٣٦ر٠	٥١ر٠	٦٤ر٠	٧٥ر٠	٨٤ر٠	٩١ر٠	٩٦ر٠	٩٩ر٠	١

وقبل ترك هذا المبحث أرى من الضرورى استلفات نظر حضرات الزملاء إلى أن الكثير من الممرات العلوية ومداخل القناطر والكبارى فى مصر قد أصبحت مصدراً للأخطار فى هذا العصر الذى هو عصر السيارات فمن الواجب تعديلها طبقاً لهذه القواعد لضمان مدى الرؤية الكافى لمنع الحوادث .

٦ — المبحث السادس : القطاع العرضى وحرم الطريق : —

ا — يجب قبل البت فى عرض أى طريق لمناسبة انشائه أو تحسينه درس المسائل الثلاثة الآتية حتى يكون تحديد العرض على أساس علمى صحيح : —

أولا — تقدير كمية المرور وأنواعه إذا كان الطريق جديداً أو عمل احصائية للمرور بأنواعه إذا كان الطريق قديماً ومطلوب توسيعه وتحسينه وقد أنتج بحث هذه المسألة فى وادى النيل والدلتا أنه من الضرورى جعل عرض الطرق الرئيسية من ١٠ إلى ١٢ متر حسب أهمية كل منها حتى تكون كافية لأربعة خطوط للمرور اثنين للمرور البطىء المكون من العربات الحيوانية والمواشى والدواب واثنين للمرور السريع المكون من السيارات بأنواعها المختلفة. والسبب المهم فى هذا التحديد هو كثرة السيارات على الطرق الرئيسية وضرورة تخصيص خط لمرورها على كل جانب من جانبى الطريق مع ضمان السلامة للمرور البطىء الذى لا يمكن اهمال شأنه فى الأقاليم الزراعية — أما الطرق الاقليمية فيكفى أن يكون عرضها من ٦ إلى ٨ متر تبعاً للأهمية وذلك لأن المرور السريع عليها لم يبلغ بعد المقدار الذى يستلزم تخصيص خطين له ولأن عرض ٨ متر يكفى فى الحقيقة لثلاثة خطوط مرور فيسمح للسيارات بتجاوز بعضها البعض مع وجود عربات حيوانية أو دواب بمحاذاتها — وأما الطرق القروية فيكفى أن يكون عرضها ٦ متر أو ٥ متر وهو كاف لخطين من المرور العام إذ لا داعى لتخصيص شىء للمرور السريع على مثل هذه

الطرق لقلة عدد السيارات التى تستعملها ولضرورة السير بسرعة معتدلة عليها .

أما خارج وادى النيل والدلتا فلا يوجد مرور بطىء بالمعنى المعروف ويكاد يكون المرور المهم محصوراً فى السيارات ولذلك يكفى جعل عروضاتهـا ٦ أو ٥ متر وهو كاف لخطين من المرور السريع وهذا هو العرض المقرر لطريق السويس وطريق الأهرام إلى الفيوم مع اضافة مسنـدين بعرض ٢ر٥ متر أو ٣ متر على كل جانب لوقوف السـيارات للاستراحة أو التصليح .

ثانياً — تحديد عروضات العربات والسيارات التى تستعمل الطريق وعروضات أحمالها وجعل هذا أساساً لتقدير عرض خط المرور (Lane of Traffic) الذى هو بدوره الأساس المقبول لتقدير عروضات الطرق — ولما كانت لا توجد لوائح أو قوانين فى مصر لتحديد ابعاد العربات والسيارات وأحمالها فالواجب الأخذ بما هو متبع فى الخارج حيث تصنع جميع السيارات الواردة إلى مصر — ولما كان المقرر فى صناعة سيارات نقل الركاب والبضائع والجرارات بسائر أنواعها أن لا يتجاوز العرض الـكلى ٩ قدم أى ٢ر٧٤٢ متر وقد أخذت معظم الدول بهذا كأساس لتقدير عروضات الطرق ولما كان من المحتمل انتشار استعمال هذه السيارات والجرارات الكبيرة فى مصر فالواجب علينا الأخذ باعتبار عرض خط المرور ٣ متر فيكون الطريق ذو الخطين عرضه ٦ متر والطريق ذى الثلاثة خطوط للمرور يكون عرضه ٨ر٥٠ متر لأنه لا يحتمل أن تكون الثلاثة خطوط مشغولة بسـيارات

عريضة فى وقت واحد وكذلك الطريق ذى الأربعة خطوط يكون عرضه من ١٠ إلى ١٢ متر وهكذا فالقاعدة العامة هى أن يجعل العرض اللازم لخطى المرور الأصليين ٦ متر ثم يضاف ٥ر٢ متر إلى ٧٥ر٢ متر (حسب أهميـة الطريق) لكل خط مرور إضافى .

ثالثاً — درس الوجهة الاقتصادية للعروضات فان لكل نوع من أنواع أسطح الطرق أو الرصف درجة تحمل معينة فاذا زادت كمية المرور عنها تزداد مصاريف الصيانة وتصبح غير معقولة وعندئذ يتحتم إما تغيير نوع الرصف بآخر تكون درجة تحمله أكبر من الأول وإما توسيع الطريق بزيادة عدد خطوط المرور وبذلك تخف كمية المرور على الوحدة من العرض ولكل من هذين الحلين مزاياه وعيوبه ولكن التوسيع على كل حال يجب أن يقف عند حد معقول خصوصاً فى الوادى والدلتا حيث للارض الزراعية قيمة كبيرة فى الثروة الأهلية . ولذلك فان البرنامج الموضوع لتحسين الطرق فى الوادى والدلتا هو توسيعها أولا إلى المقادير المذكورة فى (أولا) فاذا زاد المرور بعد ذلك عن درجة تحمل السطح الترابى فانه يشرع فى رصفها بدون تأخير وعلى الأخص لأن للرصف مزايا أخرى فوق مزية درجة تحمله وهى المزايا الصحية ومزايا تعميم الانتفاع بدرجه واحدة طول فصول السنة ومزايا تخفيض مصاريف النقل وهذه الأخيرة لها أهميتها الخطيرة فى الاقتصاد الأهلى لأنها تقلل تكاليف الانتاج والتوزيع والتصدير

ب — شكل القطاع العرضى : يتوقف على كمية الأمطار المحتمل نزولهـا فى دفعة واحدة أو كمية مياه الغسيل إذا كانت أكبر من كمية

الأمطار وعلى شكل القطاعى العمومى للطريق إذا كان يمر فى حفر أو فوق ردم وعلى العموم يجب العمل دائماً على تصغير « التنفيخ » الى أقل حد لأنه بطبيعته يضايق المرور ويركزه فى وسط الطريق فيتآكل قبل الجانبين .

فاذا كان الطريق يمر فوق ردم فانه يتكون من الطريق المرصوف فى الوسط والمسندين أو الكتفين والميول أو الشوات والنزازين أو الرشاحين . أما إذا كان يمر فى حفر فانه بعدالمسندين يعمل خندقين لصرف المياه ويسيران بمحاذاة الطريق لغاية نقطة تقاطعه بالوديان أو مجارى الصرف الطبيعية . والشكل رقم ١١ يوضح شكل القطاع العرضى فى كل من الحالتين

أما عن الأرصفة وأحجارها (أحجار البردوره) فالقاعدة العامة أن لا تعمل أرصفة عالية على جانبى الطرق إلا عند اتصالها بشوارع المدن والمعتاد أن يكون المسندين أو الكتفين بمنسوب حافة الجزء المرصوف لا بمنسوب محوره حتى يسهل صرف المياه السطحية . والمتبع أيضاً إذا كان الرصف من الأنواع الثمينة أن توضع أحجار رصيف (بردوره) على جانبى الرصف بشكل غاطس كما توضح فى الشكل وذلك لحفظه من عوامل التفكك من الجانبين .

وأما عن « التنفيخ » أو الانحدار العرضى فمقداره $\frac{1}{٥٠}$ من عرض الطريق بالنسبة للطرق الأسفلتية وما شابهها فى درجة استواء السطح و $\frac{1}{٢٥}$ للمكدام العادى وما شابهه وسنبين مقداره بالنسبة لكل نوع فى مبحث

صرف المياه — « والتنفيخ » يعمل بشكل قطع ناقص أو قطع مكافىء أو خطين مستقيمين يربطهما قوس دائرى فى الوسط أو بأى شكل يراه المهندس مناسباً للحالة وعند تقاطع طريقين فأكثر يعدل « التنفيخ » فى كل منهما ليكون متفقاً مع الانحدارات الطولية ومع طريقة صرف المياه المناسبة للموقع وكذلك فى المنحنيات يجب تعديل التنفيخ طبقاً للقواعد السابق شرحها فى مبحث المنحنيات الأفقية والظهر

ح — حرم الطريق : بعد استشارة بعض الزملاء لم أجد ما يمنع من اطلاق عبارة « حرم الطريق » على كل الأراضى المنزوع ملكيتها أو المحبوسة لأجل الطريق وملحقاته بما فى ذلك الأرض المخصصة لتوسيعه فى المستقبل ان وجدت .

وفى وادى النيل والدلتا حيث للأراضى الزراعية قيمتها الكبيرة فى الثروة الأهلية يجب الاقتصار دائما على ما يلزم من الأراضى لأنشاء الطريق طبقاً للقواعد السابق شرحها والقواعد التى سيأتى ذكرها فى مبحث « صرف المياه السطحية والباطنية » ويستثنى من هذه القاعدة العامة الطرق المتفرعة من المدن الكبيرة فانه يجب عمل حساب نموها واتساعها فى المستقبل البعيد لأن بعد النظر فى هذه الحالة يوفر مبالغ جسيمة تصرف فى نزع الملكية بعد أن تكون قد تصفعت أراضى الضواحى

وأما فى الطرق الصحراوية أو التى تمر فى أراضى بور فانه يجب وضع اليد من الأول على كل ما يلزم للطريق وقت انشائه وما يلزمه أيضاً فى المستقبل لغاية ستين سنة على فرض اضطراد الرقى العام وذلك توفيراً لنزع

الملكية بعد أن تكون الأراضى قد زادت قيمتها بعد اصلاحها وتعميم وسائل النقل فيها والحكمة فى تحديد ستين سنة هى أن معظم الأعمال الصناعية للطريق تعيش نحو ستين سنة فيعمل التوسيع مع تجديد الأعمال الصناعية دفعة واحدة .

٧ — المبحث السابع : صرف المياه السطحية والباطنية : —

لما كان ركود المياه على سطح أى طريق أو فى باطن جسره يعرضه للتلف ويقلل من فائدته فان مسألة صرف المياه أصبحت لها خطورتها بعد انتشار استعمال السيارات فى النقل وبعد ادخال الأنواع الغالية من الرصف التى لا يجب تعريضها للتلف بسبب أى اهمال فى صرف المياه سواء كانت سطحية أو باطنية أى مياه الرشح :

ا — الصرف السطحى (Surface Draimage) : من الضرورى عطاء انحدار طولى ولو بسيط جداً للطرق فى شمال الدلتا (من ربع إلى نصف فى المائة إذا أمكن) لضمان جفاف جسورها فى كل فصول السنة وذلك لأن تربة أراضى البرارى من الأنواع الضعيفة فى الخاصية الشعرية وتحتفظ بالمياه لمدد طويلة — ويلاحظ أنه من السهل فى شمال الدلتا اعطاء انحدار كاف للطرق الموازية لشاطىء البحر الأبيض المتوسط أو القريبة من ذلك فى اتجاهها وذلك لأنها تقطع خطوط الرى العالية التى منها فروع النيل القديمة وخطوط الصرف المنخفضة بالتوالى أى بطريقة تسمح باعطاء انحدار طولى محسوس للطرق — أما الطرق التى فى اتجاه من قبلى إلى

بحرى فانه من الصعب اعطائها انحدار طولى أكثر من انحدار الأرض الزراعية وانما يجب دائماً انتهازفرص مواقع الكبارى والقناطروالبرابخ لاعطاء سطح الطريق أكبر ما يمكن من الانحدار الطولى لأنه بدونه يكون الطريق عديم الفائدةفى فصل الشتاء كما يشاهد فى كثيرمن الطرق الحالية الواقعة فى البرارى

ومن الضرورى أيضاً إعطاء سطح الطريق انحدار عرضى أى « تنفيخ » كما سبق الاشارة إلى ذلك فى المبحث السابق وذلك لسرعة صرف المياه السطحية إلى النزازين أو الرشاحين الجانبين وهما ضروريان للطرق فى شمال الدلتا وفى أقليم الفيوم — والجدول الآتى يبين مقدار « التنفيخ » اللازم لكل نوع من أنواع الطرق : ـ

رقم	نوع سطح الطريق	الانحدار العرضى بالسنتيمتر للمتر الواحد من عرض الطريق	
		الحد الأقصى	الحد الأدنى
١	طوب أسفلت	٢	١
٢	مكدام أسفلتى	٤	٢
٣	طوب محروق (أحمر أو أزرق) .	٣	١
٤	ترابيع حجر (جرانيت أو بازلت)	٤	١
٥	خرسانة أسمنتية	٣	١
٦	مكدام عادى (بدون دهان أسفلتى)	٥	٣
٧	أرض صحراوية	٨	٤
٨	تراب	٨	٦

ب — الصرف الباطنى أو صرف مياه الرشح (Underdrainage) :

عند استحالة عمل نزازين أو رشاحين بقرب البلاد والقرى وأيضا فى الحالات التى لا يكفى فيها وجود النزازات كأن يكون معدن الأرض من الصلصال الخالص الذى يحتفظ بالمياه لمدد طويلة كما هو الحال فى بعض مناطق شمال الدلتا ففى هذه الحالات كلها يجب الالتجاء الى وسائل أخرى لضمان تجفيف جسور الطرق لحفظ مقدرتها على تحمل سيارات النقل وحفظ رصفها من التلف اذا كانت مرصوفة ولمنع ظهور أملاح على سطحها اذا كانت ترابية ومن ارخص وسائل معالجة هذه الحالات الثلاثة طرق الآتية : —

اولا — توضع طبقة من الرمل أو ما يشابهه من المواد الضعيفة فى الخاصية الشعرية (Capillarity) وهذه الطبقة تفرش على سطح الاساس تحت الرصف مباشرة أو تخلط بسطح الطريق اذا كان ترابيا

ثانيا — تعمل خنادق (ترنشات) مثل خنادق صرف مياه المجارى وذلك على عمق حوالى متر تحت سطح الطريق وتكون مجرتها من الحجر الدبش على الناشف أو من الفخار الرخيص ثم يردم عليها بالتراب بعد ترك لحاماتها مفتوحة وتحويطها بالحصى أو الكلفة — وهذه الخنادق تصب فى النزازات الجانبية أو فى أقرب مصرف طبيعى .

ثالثا — تعمل مصارف بدون مجرة (عمياه) وذلك بفحت خنادق مشابهة للسابقة وملء نصفها بالدبش المكسر ثم الردم عليه وهذه تصب ايضا فى الرشاحات الجانبية فى أقرب مصرف طبيعى .

ولم يسبق استعمال احدى هذه الوسائل فى طرق البرارى ولكن أرى ضرورة الالتجاء اليها لتحسين حالة بعض الطرق التى تبقى غير صالحة لمرور السيارات نحو أربعة شهور فى السنة بسبب تشبع جسورها بالمياه .

٨ — المبحث الثامن : تقاطعات الطرق مع السكك الحديدية : —

يجب عند تقرير خط السير لاى طريق عمل كل ما فى الاستطاعة لمنع تقاطعه مع السكك الحديدية وعلى الاخص اذا كان رئيسيا أو متفرعا من مدينة كبيرة فاذا استحال ذلك فالواجب أن يكون التقاطع بواسطة ممر سفلى أو ممر علوى وأن لا يعمل مجاز سطحى الا عند ما يكون الطريق من الدرجة الثانية أو الثالثة — واذا تعذر بسبب من الاسباب عمل ممر سفلى أو علوى عند انشاء الطريق فيجب عمل حساب انشائه فى المستقبل عند تقرير خط السير والتخطيط .

ويجب فى الممرات السفلية والعلوية والمجازات السطحية أن تكون الانحدارات خفيفة بقدر الاستطاعة وأن لا تتجاوز ٦ ٪ بحال من الاحوال وأن تعمل منحنيات رأسية عند تقابل أى انحدارين فى اتجاه واحد أو اتجاه مضاد كما يجب أن يكون مدى الرؤية أكبر ما يمكن فى المدخلين وفى الممر أو المجاز نفسه وذلك بتجنب المنحنيات الحادة سواء كانت أفقية أو رأسية

ويلاحظ فى الممرات السفليـة أن لا يقل الارتفاع عن ١٤ قدم (٤٫٢٦٥) وأن يكون ترتيب الدعامات أو الأعمدة بحيث لا تسبب اخطاراً للسيارات وأن تعمل أرصفة بعرض متر على الأقل للمترجلين .

وكذلك يلاحظ فى الممرات العلوية أن يكون الارتفاع بين سطح

القضبان والسطح السفلى للكمرات متفقاً مع طلبات مصلحة السكك الحديدية أو مع شروط الامتياز إذا كان الخط تابعاً لشركة فاذا لم يكن منصوصاً على ذلك فى شروط الامتياز فيعمل طبقاً للاصول الفنية .

٩ — المبحث التاسع — الكبارى والبرابخ والأعمال الصناعية الأخرى : —

عند عمل مباحث تحضير خرائط وتصميمات أى طريق يجب فى الوقت نفسه بحث مواقع الكبارى المهمة وعلاقتها بخط سير الطريق وتخطيطه كما يجب وضع القواعد والاشتراطات الواجب تطبيقها على سائر الكبارى من الوجوه التى تمس سلامة المرور و بذلك تكون جميع الأعمال الصناعية التى لها صفة الدوام وافية بحاجات المرور فى الحال والمستقبل البعيد وفى الوقت نفسه تكون اقتصادية ومشيدة على أساس علمى صحيح وتتلخص تلك القواعد والاشتراطات فى النقط الآتية : —

أ — موقع الكوبرى :

فى الكبارى الكبيرة التى تنشأ على النيل وفروعه ومجارى المياه الرئيسية سواء كانت ملاحية أو غير ملاحية تراعى القواعد الآتية مع صرف النظر عما قد يحدثه اختيار الموقع من التعديلات فى الطرق الموجودة من قبل لأن تكاليفها تكون عادة نسبتها ضئيلة إذا قورنت بتكاليف الكوبرى نفسه .

١ — إذا تساوت المزايا الأخرى يجب تفضيل الموقع الذى يكون فيه

عرض المجرى أى طول الكوبرى أقل ما يمكن مع مراعاة تحمل القاع والجسور لسرعة المياه حتى لا يتعرض الكوبرى لاخطار النحر مع العلم بأن مقدرة التيار على النحر تتغير اضطراديًا مع مربع السرعة متى كانت مادة القاع والجسور واحدة كما هو الحال فى الوادى والدلتا

٢ — يجب الابتعاد بقدر الاستطاعة عن المواقع المشطورة لأنها حتما تزيد فى التكاليف العمومية فان الأكتاف والدعامات تكون أطول والجزء العلوى يكون أكثر كلفة وعلى الأخص إذا كان معدنياً .

٣ — يجب تفضيل المواقع التى تكون فيها الاساسات اسهل فى التنفيذ واقصد فى التكاليف واكثر انطباقا على صفة الدوام لان الجزء العلوى قد يتغير ولا تتغير الاساسات اذا كانت متينة وثابته من الاول .

٤ — يجب تفضيل المواقع التى يكون فيها المجرى ثابتاً لانحر ولا طمى فيه والتى لا يوجد فيها تغييرا فجائيا فى الاتجاه أو فى منسوب القاع قد ينشأ عنه جعل الاساسات أعمق من اللازم .

٥ — يجب مراعاة أن تكون مداخل الكوبرى مستقيمة بقدر الاستطاعة لجعل مدى الرؤية اكبر ما يمكن وان يكون الانحدار الطولى المداخل أخف ما يمكن فلا تتجاوز بحال من الأحوال ٦٪ ولا يجوز فى المداخل الجمع بين المنحنيات الافقية والرأسية المقعرة ولكن يجوز الجمع بين الأولى والرأسية المحدبة ولما كانت معظم الحالات فى وادى النيل والدلتا تجعل الكبارى أعلا من المداخل فهى من النوع الثانى المسموح به اما فى

أقليم الفيوم والصحارى حيث تنشأ بعض الكبارى فى وديان فيجب تجنب الجمع بين المنحنيات الرأسية والأفقية المقعرة .

٦ — يجب انتخاب المواقع التى يقوم فيها الكوبرى باكبر خدمة للجمهور والامن العام واذا كان المجرى ملاحيا فيجب مراعاة صالح النقل المائى قبل صالح النقل البرى وذلك أما بعمل كوبرى عالى ثابت يسمح بمرور جميع وسائل النقل المائى تحت فتحته الوسطى أو بعمل كوبرى واطى به فتحة متحركة للملاحة ويكون بمنسوب الطريق التى تمر عليه أو أعلا منها قليلا والتفضيل بين النوعين يتوقف على عوامل كثيرة أهمها التكاليف العمومية للكوبرى ومداخله مع ملاحظة أن الكبارى العالية الثابته تضمن حرية الملاحة والنقل البرى ولا تضيع شيئا من الزمن على احدهما ولكنها تضايق النقل البرى وتعرضه لبعض الاخطار لعلوها وتسبب ضررا بليغا لاصحاب الأملاك الواقعة على جوانبها لعلوها أيضا وأما الكبارى الواطية ذات الفتحات المتحركة فانها تزيل تلك الاخطار والمضار ولكنها تعطل النقل البرى والمائى بنسبة زمن القفل لكل منهما ومصاريف ادارتها وصيانتها تكون دائما مرتفعة جدا ولكن يجب الاعتراف بانها دائما تناسب الاحوال فى وادى النيل والدلتا .

أما فى الكبارى المتوسطة والصغيرة الغير الملاحية فالاصل فيها أن تنشأ على استقامة الطريق أى بعكس الكبارى الكبيرة والسبب فى ذلك هو أن نسبة تكاليف تعديل الطرق المارة عليها قد تبلغ حدا كبيرا اذا قورنت بتكاليف الكوبرى نفسه وعليه يجب عدم تضحية هذه القاعدة

الا عند الضرورة القصوى — ومن المرغوب فيه ان تتوفر الشروط الآتية في الموقع : —

١ — اكبر طول مستقيم للمداخل

٢ — اطول مدى للرؤية في المداخل

٣ — اقل ما يمكن من الصعود أو الهبوط في المداخل

٤ — استقامة وثبات المجرى وصلاحيته للاساسات باقل نفقة وتقليل الشطرة بقدر الاستطاعة أو محوها اذا امكن .

وأما الاحوال الغير مرغوب في وجودها فهي : —

١ — مرور المداخل في حفر تتساقط من جوانبه الاتربة والامطار على سطح الطريق .

٢ — وجود انحدارات شديدة اكبر من ٦ ٪

٣ — وجود منحنيات محجوبة (Blind curves) أو منحنيات عكسية (Reverse Curves) أو منحنيات متقاربة ولو كانت في اتجاه واحد (Broken Backs) .

٤ — وجود أرض رخوة (روبة) في قاع المجرى تزيد في التكاليف الاساسات بنسبة كبيرة .

٥ — وجود تغيير فجائي في المجرى في الاتجاه الافقي أو الرأسي أو احتمال حصول ذلك بعد انشاء الكوبري .

ب — العروضات :—

القاعدة العامة هى أن يكون عرض الطريق فوق الكبارى أو القناطر أو البرابخ مساويا لعرضه قبلها أو بعدها وذلك اذا كان الطول لا يتجاوز ١٢ مترا فاذا زاد الطول عن ذلك وجب الاقتصاد فى التكاليف بجعل العرض كافيا لكمية المرور فحسب فيعمل ٦متر اذا كانت كمية المرور لغاية ثلاثة الاف عربة فى اليوم و ٩ متر اذا كانت كمية المرور تصل لغاية ستة الاف عربة فى اليوم و ١٢ مترا اذا زاد المرور عن ذلك ويجب عند تقدير كمية المرور عمل حساب الزيادة فى المستقبل البعيد لغاية ١٥ سنة بالنسبة لأنواع الكبارى التى يسهل توسيعها ولغاية ٤٠سنة بالنسبة لانواع الكبارى التى لا يسهل توسيعها بعد انشائها .

ويستثنى من هذه القاعدة العامة الحالتين الآتيتين :

١ — إذا كان الكوبرى واقعاً فى مدينة والرغبة متجهة إلى جعله من الأعمال الصناعية العظيمة فالواجب فى هذه الحالة جعل عرضه مساوياً أو أكبر من عرض الشارع الرئيسى الذى يمر عليه مع جمع الشوارع عند كل من مدخليه فى شكل ميدان وتنظيم المرور فيه بطريقة الدوران .

٢ — إذا كان الكوبرى بعيداً عن المدن وطوله أقل من ١٢ متراً ولكنه أطول من ٨ متر والرغبة متجهة إلى الاقتصاد فى تكاليفه فيمكن تقدير عرضه من واقع كمية المرور حسب القاعدة السابقة — أما الكبارى التى تقل عن ٨ متر فى الطول فالواجب أن يكون عرضها مساوياً لعرض

الطريق بدون استثناء .

ويجب أن يراعى دائماً عمل رصيف على كل جانب بعرض ١٫٥٠ متر أو متر واحد على الأقل حسب أهمية الكوبرى وقربه أو بعده عن المدن وهذا بخلاف عرض الطريق فوق الكوبرى المقرر أعلاه كما يجب مراعاة ألا يقل ارتفاع مدخل الكوبرى (Portal) عن ١٤ قدم إذا كان لا يمر عليه خط ترام و ١٦ قدم إذا كان يمر عليه خط ترام .

ج — أنواع الكبارى والبرابخ ومواد بنائها :

لما كان القطر المصرى قديم المدنية وآخذ بكل أسباب الرقى فان الواجب يقضى ألا ينشأ فيه أى كبارى من الأنواع المؤقتة التى تنشأ عادة فى البلاد الجديدة عند البدء فى تعميرها واستغلال الثروات الطبيعية الكامنة فيها — ولما كنا نستورد الحديد اللازم للانشاءات من الخارج فان قواعد الاقتصاد الأهلى تحتم علينا تقليل استعماله بمفرده بقدر الاستطاعة وهذا لا يتسنى لنا إلا بتعميم استعمال الخرسانة المسلحة فى الانشاءات العمومية والخصوصية بقدر الاستطاعة لأنها اقتصادية فى التكاليف الأولية وفى الصيانة فتتوفر المبالغ الكبيرة التى تصرف بصفة دورية فى دهان الحديد لحفظه من الصدأ .

لهذه الأسباب قد وجد شبه نظام لانشاء الأعمال الصناعية فى مصلحة الطرق والكبارى حسب القواعد الآتية : —

١ — الكبارى المتوسطة والصغيرة تنشأ بأكتاف من البناء بالطوب أو الخرسانة العادية و بأسقف من الخرسانة المسلحة أى أن الأكتاف

تؤدى وظيفتها بثقلها (Gravity Abutments) ولا داعى لعملها من الخرسانة المسلحة إلا فى أحوال خاصة .

٢ — فى الأحوال التى يستحيل فيها تجفيف مواقع الكوبرى كأن يكون على ترع ملاحية لا تجف أو على مجارى مياه متصلة بالبحر المالح وقريبة منه يجب عمل الأكتاف والدعامات من الأعمدة الخرسانية المسلحة والأسقف تعمل بالخرسانة المسلحة أيضاً بالتصميم الذى يناسب الفتحات .

٣ — فى الكبارى الكبيرة التى تنشأ على النيل وفروعه وما يشابهها فى الظروف والأهمية حيث لا يمكن استعمال الخوازيق المسلحة لأقامة الأكتاف والدعامات لأن الارتفاع الكلى للأخيرة قد يصل إلى ثلاثين أو أربعين متراً أو أكثر فيجب انشاء الأكتاف والدعامات من البناء بمواد من الدرجة الأولى وتنزيلها أولا فأولا فى قاع النهر باحدى طرق التغويص سواء تحت الهواء المضغوط أو بدونه .

٤ — البرابخ التى تزيد فتحاتها عن نصف متر أو ثلاثة أرباع المتر على الأكثر يجب أن تعمل بأكتاف من البناء وعقود من البناء أيضاً إذا سمحت المناسيب بذلك فاذا لم تسمح فتعمل أرضياتها من الخرسانة المسلحة

٥ — أما البرابخ التى تقل فتحاتها عن ثلاثة أرباع المتر فيجب أن تعمل عواسير من الأسمنت المسلح ودراوى من البناء وذلك لأنه من المقرر أن مثل هذه البرابخ لا تكون اقتصادية للفتحات التى تزيد عن ٣ / ٤ متر متى كان بناؤها بطريقة أصولية أى بعمل دكة ذات سمك وعرض كافيين

تحت المواسير وبكامل طولها لتوزيع الأثقال الثابتة والمتحركة التى تخصها على أرض الأساس بالطريقة التى تحسب بها أساسات القناطر والكبارى وإذا أريد ضمان صفة الدوام للبرابخ ذات المواسير يجب أيضاً إحاطة جانبى الماسورة بالخرسانة لمساعدتها على المقاومة لأنه من المشاهد أن العمال كثيراً ما يهملون ملء الجانبين بالأتربة جيداً — فاذا ما بنيت البرابخ ذات المواسير بهذا التصميم الأصولى فانها لا تكون اقتصادية إلا فى الفتحات التى لا تتجاوز ٣ / ٤ متر — أما مسألة تحتيم استعمال المواسير الأسمنت المسلحة فلأن أنواع المواسير الحديد الغير قابلة للصدأ بما فيها مواسير الزهر وهى التى تعمر فى الأرض مثل مواسير الأسمنت المسلح كلها مرتفعة الثمن وترد من الخارج بخلاف الأخيرة فانها تصنع محلياً بعمال مصريين ومواد محلية ما عدا أسـياخ الحديد التى تكون نسبة ثمنها دائماً صغيرة بالنسبة لجملة الثمن ، ومواسير الأسمنت المسلح تعتبر معمرة فى أغلب الأراضى المصرية ما دامت توضع فى البرابخ بالطريقة الأصولية المذكورة أعلاه وتكون خالية من الشروخ وقت وضعها .

د — أحمال التصميم :

كان المتبع فى مصرف الماضى تصميم الكبارى على أن تحمل أكبر وابور بخارى للحرث ولكن نظراً للتطورات الحديثة التى حصلت فى الماكينات الزراعية وفى العربات الميكانيكية قد جرت معظم الدول على تصميم الكبارى على أن تحمل صفوفا من العربات الميكانيكية الثقيلة التى فاقت بثقلها الهراسات الكبيرة خصوصاً الأنواع التى لها محركات ديزل

وتجر وراءها مقطورات طويلة فتكون شبه قطارات على الطرق .

ففى انجلترا حيث يكثر استعمال الجرارات البخارية (Road Loco-motives) فانهم يصممون الكبارى لتتحمل صفوفاً مكونة من جرارات من هذا النوع وكل منها يجر وراءه ثلاثة مقطورات كما هو مبين بالشكل رقم ١٢ ويخص كل عشرة أقدام (٣٫٠٥ متر) من عرض الطريق فوق الكوبرى صفاً واحداً من هذه الصفوف والمبين بالشكل المذكور هى الوحدة المستعملة لتصميم كبارى الطرق وتضرب فى عشرين إذا كان الطريق رئيسياً ومهماً بالنسبة للنقل باللوريات وتضرب فى خمسة عشر إذا كان الطريق رئيسياً قليل الأهمية أو اقليمياً .

أما فى الولايات المتحدة فان وحدة الحمل المتحرك الذى تصمم بمقتضاه كبارى الطرق هى سيارة نقل تزن ٢٠ طن أو ١٥ طن حسب أهمية الكوبرى وابعادها وتوزيع ثقلها هو حسب الموضح بالشكل رقم ١٢ المذكور — ففى الطرق المهمة يكون تصميم الكبارى على أن تحمل اثنين من اللوريات ثقل ٢٠ طن متى كان العرض ١٨ قدم فأكثر وفى الطرق الأقل أهمية تصمم الكبارى على أن تحمل اثنين من اللوريات ثقل ١٥ طن متى كان العرض ١٨ قدم فأكثر وهكذا حسب أهمية الطريق وهذه الأحمال المتحركة توضع مع حمل متساوى التوزيع لا يتجاوز ١٨٠ رطل للقدم المربع فى الأطوال الغير مشغولة باللوريات بحيث تحدث أكبر جهد فى العضو المراد تصميمه وإذا كان الكوبرى مقرراً أن يسير عليه خط ترام أو سكة حديد كهربائية فيجب تصميم الجزء المشغول بالخطوط

على أن يحمل قطارات من النوع المقرر استعمالها إذا كانت أثقل من اللوريات المذكورة .

وأما فى فرنسا فان كبارى الطرق تصمم على أن تحمل صفوفا من العربات الميكانيكية وأن يخصص صف منها لكل ٢ر٢٥ متر من عرض الطريق على الكوبرى وأن يكون محور الكوبرى منطبقاً على محور الصف الأوسط أو على منتصف « الخلوص » الفاصل بين صفين فاذا تبقى جزء من عرض الكوبرى بجانب كل من الرصيفين فانه دائما يكون أقل من ١ر١٢٥ متر وعليه فيحمل مثل الأرصفة على أساس ٥٦٠ كيلوجرام للمتر المسطح على الأقل و٧٢٠ كيلوجرام على الأكثر . أما صف السيارات نفسه فيتكون من عربات ذات أربعة عجلات ثقل كل منها ١٤ طن موزعة بالتساوى بين الدنجلين تتوسطها عربة واحدة ذات ستة عجلات وتزن ٢١ طن منها ١٢ر٦ على الدنجل الأوسط و٤ر٢ على كل من الدنجل الأمامى والخلفى والمسافة بين الدناجل كلها هى ٧ متر كما هو موضح بالشكل رقم ١٢ المذكور .

وعدد العربات الصغيرة يكون بقدر ما يلزم لملء طول الكوبرى فى أى وضع تكون فيه العربة الكبيرة وعرض العربات كلها هو ١ر٨٠ متر والباقى من العرض المخصص لكل صف وهو ٢ر٢٥ متر هو مقدار « الخلوص » من الجانبين ـ وهذا التحميل يعطينا ١ر٤ طن للمتر الطولى فى كل صف وهو ولو أنه لا يشابه اللوريات المستعملة فعلا ولكنه يحدث جهوداً تقرب من جهودها والاختلاف الموجود هو لأجل تسهيل الحساب .

والمتبع الان فى مصلحة الطرق والكبارى فى تصميم الكبارى هو التحميل الانجليزى ولكن الباب لا زال مفتوحا أمامها لاختيار ما يناسب كل حالة وحبذا لو صدر قانون أو قرار وزارى بتحديد وحدات احمال التصميم لتتبعه المصالح والبلديات والشركات توحيدا للنظام وضمانا لسلامة الأموال والارواح التى تمر على الكبارى كما هو متبع فى معظم الدول الاروبية وغيرها .

هـ — سطح أرضيات الكبارى :

يجب أن يرصف سطح الطريق فوق الكبارى بمواد خشنة قليلا فتمنع الانزلاق دون أن تزيد فى مقاومة التدحرج وصامته فلا تسبب جلبة كبيرة من ارجل الخيل أو من الطبانات الحديدية وصلبة دون أن تكون هشة ومرنة دون أن تصل الى حد الليونة كما يجب أن تكون خفيفة بقدر الاستطاعة وهذه الاشتراطات تنطبق على الطوب الاسفلت والطوب الازرق المزجج وعلى الخرسانة المسلحة وأفضلها الطوب الاسفلت وهو الوحيد المستعمل الان فى رصف ارضيات كبارى الطرق فى مصر — وقد سبق تجربة استعمال الطوب الازرق المزجج مدة ثلاثة سنوات فاسفرت التجارب عن عدم صلاحيته لانه تفتت فى زمن قصير من تأثير ارجل الخيل والطبانات الحديدية . وأما الخرسانة المسلحة فانها لم تجرب للآن فى مصر ولكنها فى الخارج أعطت نتائج مرضية للغاية فحبذا لو أعطيت فرصة لتجربتها .

ويجب وضع مخدة من الرمل أو التراب النظيف بسمك ١٥ سنتيمتر على الاقل بين الرصف والسطح العلوى لسقف الكوبرى بعد دهان

الاخير بالاسفلت لحفظه من تأثير المياه وفى حالة البرابخ والكبارى ذات العقود فانه بطبيعة الحال توضع طبقة سميكة من الرمل أو التراب فوق العقود تمنع وصول صدمات المرور اليها .

و — الدراوى والسياجات : —

يجب أن تكون دراوى البرابخ والقناطر وسياجات الكبارى متينة وتتحمل اساءات المرور بجميع انواعها واشكالها فوق وظيفتها الاصلية وان يكون ارتفاعها فوق سطح الارصفة ١٫١٠ متر على الاقل وأن تتحمل ضغط افقى فى أتجاه عمودى على محور الكوبرى مقداره ١٥٠ كيلوجرام للمتر الطولى وهذه الشروط كلها ضرورية لضمان سلامة المرور الراكب والمترجل .

ز — الاعمال الصناعية الاخرى :

قد يلزم للطرق بعض أعمال صناعية أخرى مثل :

١) الحوائط الساندة — وهذه تصمم وتبنى طبقا للقواعد الخاصة بها وهى مطلوبة لسند جسور الطرق فى الحالات التى تقتضى ذلك .

٢) المخاضات الممهدة — (Paved Fords) وتعمل فى الحالات التى يكون فيها مجرى المياه متسع جدا وقليل العمق وغير مستديم مثل وديان السيل فى الصحارى وتبنى بالخرسانة الاسمنتية بسمك كاف لمقاومة جريان الماء ويعمل مقياس فى كل من الطرفين لارشاد اصحاب السيارات عن

عمق المياه قبل التخويض ونموذجها مبين بالشكل رقم (١٣) .

٣) السياجات الواقية (Guard Railings) وهى تلزم لانذار وقاية المرور فى المنحنيات الحادة والنقط الخطرة ونموذجها مبين بالشكل رقم (١٣) المذكور .

١٠ – المبحث العاشر : الاشارات فى الطرق : —

لقد أصبحت إشارات الطرق فى أهمية إشارات السكك الحديدية تقريباً وذلك بسبب سرعة السيارات . وإذا ضربنا صفحاً عن الاشارات التى يديرها البوليس فى المدن سواء كانت باليد أو بالأجهزة الكهربائية وعن الاشارات الموجودة فى السيارات نفسها لاختصاصها كلها بالبوليس واقتصرنا على الاشارات الثابتة فى الطرق فى خارج المدن فاننا نجد انها تنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهى : إشارات الخطر وإشارات التنبيهات وإشارات الارشاد وسنتكلم عن كل منها وما صدر بخصوصه من اتفاقات دولية . —

ا – إشارات الخطر . هى الاشارات المقصود بها إنذار سائقى السيارات بوجود نقط خطرة قبل أن يصلوا اليها بمسافات كافية حتى يتمكنوا من تهدئة السرعة والاستعداد لعبورها بكيفية تضمن السلامة وقد كانت الحالة فوضى فى السابق من حيث الشكل العمومى لهذه الاشارات وأنواعها وألوانها إلى أن أدخل نص بخصوصها فى اتفاقية المرور الدولية الموقع عليها فى باريس فى ٢٤ ابريل سنة ١٩٢٦ (والتى

انضمت اليها مصر فى ٢٤ أكتوبر سنة ١٩٢٩ ثم صدر مرسوم ملكى فى ١٢ يوليو سنة ١٩٣٠ بتنفيذها فى مصر ابتداء من يوم ٢٤ أكتوبر سنة ١٩٣٠) فالمادة التاسعة من الاتفاقية المذكورة تنص على أن تكون إشارات الخطر جميعها بشكل مثلث متساوى الأضلاع وأن ضلعه لا يقل عن ٧٠ سنتيمتر وترسم عليه إشارة الخطر المطلوبة طبقاً للأنواع الخمسة المبينة فى الشكل رقم (١٤) وبموجب هذه المادة تتعهد كل دولة بألا تستعمل هذا الشكل المثلثى فى أى غرض آخر على الطرق حتى يمتنع الالتباس كما تتعهد بألا تسمح بوجود إشارات أو أشياء أخرى بجوار هذه الاشارات قد يتسبب عنها صعوبة رؤيتها من البعد المقرر وإذا كانت الأحوال الجوية فى أى منطقة لا تسمح بوضع إحدى الاشارات المثلثية الموضحة فى الشكل فيمكن استعمال مثلث مفرغ طول ضلعه ٤٦ سنتيمتر للدلالة على جميع أنواع الخطر بدلا من إحدى الاشارات الخمسة المذكورة وهو كالمبين فى آخر الشكل رقم (١٤) المذكور .

وفى شهر مارس سنة ١٩٣١ اجتمع المؤتمر الأوربى للمرور فى جينيف وقرر إضافة إشارتين أخريتين للخطر فأصبحت إشارات الخطر سبعة بدلا من خمسة وقد نص على هاتين الاشارتين فى الاتفاقية الدولية الخاصة بتوحيد إشارات الطرق الموقع عليها فى جينيف فى ٣٠ مارس سنة ١٩٣١ والاشارتين الجديدتين موضحتين بالشكل رقم (١٥) — أما عن الألوان فان الاتفاقية الموجودة لم تنص عليها وتركتها لتصرف كل دولة وعلى ذلك فيجب استعمال الألوان المناسبة لكل منطقة والتى تخالف

الألوان الطبيعية الموجودة فيها حتى ترى من أكبر مسافة . وجميع إشارات الخطر توضع على بعد أقله ١٥٠ متر وأكبره ٢٥٠ متر من موقع الخطر حسب ما تسمح به حالة الطريق .

ب — إشارات التنبيهات : القصد منها إعطاء تنبيهات أو أوامر أو تعليمات وهذه بطبيعة الحال تكون صادرة من السلطات المختصة — وقد قرر المؤتمر الأوربى للمرور الذى اجتمع فى جينيف فى مارس سنة ١٩٣١ وضع إثنى عشر إشارة من هذا النوع وأدمجت فى الاتفاقية الدولية لتوحيد إشارات الطرق الموقع عليها فى ٣٠ مارس سنة ١٩٣١ فى جينيف وهذه الاشارات كلها مستديرة الشكل لتمييزها عن إشارات الخطر السابق ذكرها وإشارات الارشاد التى سيأتى ذكرها وهى مبينة بأشكالها وأسمائها فى الشكل رقم (١٦) . أما عن الألوان فقد قررت المعاهدة المذكورة أن تكون اختيارية ولكن يجب أن يكون الداير بلون أحمر والداخل بلون أبيض أو أصفر فاتح (كريم) ما عدا الاشارة رقم (٩) فان داخلها المهشر يجب أن يكون باللون الأزرق والاشارة رقم (١١) فان أرضيتها يجب أن تكون زرقاء والسهم باللون الأبيض . أما الرسومات الأخرى والكتابة فى سائر الاشارات فتكون باللون الأسود .

ح — إشارات الارشاد . القصد منها اعطاء بيانات أو معلومات للمرور ويجب أن يكون شكلها مستطيلا لتمييزها عن النوعين السابقين وهى مبينة بالشكل رقم (١٧) حسب ما قررتها المعاهدة الدولية لتوحيد إشارات الطرق المذكورة أعلاه — أما عن الألوان فهى اختيارية ولكن

يجب ألا يغلب فيها اللون الأحمر لابعادها عن فكرة الخطر . والمتبع أن تجعل الأرضية زرقاء والكتابة والرسومات بالأبيض أو الأرضية بيضاء أو قريبة من ذلك والكتابة والرسومات بالأسود أما الهلال فيرسم باللون الأحمر وقد بدأت مصلحة الطرق والكبارى فى تنفيذ هذه الاتفاقيات منذ ثلاث سنوات بمعاونة نادى السيارات الملكى وشركات السيارات وشركات البنزين .

١١ — المبحث الحادى عشر : الطرق المخصصة للسيارات : (Auto-strada) : —

الفكرة . نشأت فكرة إنشاء الطرق المخصصة للسيارات من الرغبة فى تقصير الأوقات التى يمضيها الانسان فى الانتقال من نقطة إلى أخرى وذلك بزيادة السرعة ولا غرابة فى ذلك فى هذا القرن الذى سمى بحق « عصر السرعة » وهذا الوفر فى الزمن يزيد بلا شك فى حياة الأفراد المثمرة وقد رؤى أن الطريقة الوحيدة للانتفاع بسرعة السيارات إلى أقصى حد هى إنشاء طرق مخصوصة لها كما تنشأ السكك الحديدية خصيصاً لتسيير القطارات . ولكن هذه الطرق قد فاقت فى تقدمها السكك الحديدية فهى لا تقطع الطرق العمومية الأخرى ولا السكك الحديدية ولا شوارع المدن بل تمر فوق بعضها وتحت البعض الآخر كما تمر خارج المدن والقرى . وذلك كله لايجاد الضمانات الكافية للسرعة الكبيرة مع توفير شروط السلامة — وكان منشأ هذه الفكرة فى إيطاليا منذ عشرة

سنوات تقريباً والأيطاليون يسمون هذه الطرق (Autostrada) ثم تبعهم الاسبان ويسمونها (Autovia) ثم الفرنسيون ويسمونها (Autoroutes) ثم الانجليز ويسمونها (Motor-Roads) — ولما كنا نأمل إنشاء طرق من هذا النوع فى مصر فقد رأيت ضرورة شرح النقط المهمة فى تصميمها وإنشائها لاعداد أفكار المهندسين لهذه الخطوة المهمة نحو ترقية الطرق فى مصر لتكون متمشية مع روح عصر السرعة : —

١ — التخطيط والاشتراطات العامة : — يجب أن تكون الطرق المخصصة للسيارات مقفولة من الجانبين بسياجات متينة فلا يمكن الدخول اليها أو الخروج منها إلا فى محطات خاصة بها ولذلك سميت « الطرق التى لها نظار محطات » . وعلى ذلك فهى تختلف من الوجهة القانونية عن الطرق العمومية المعروفة من قديم الزمن بأن أرباب الاراضى والأملاك المبينة الواقعة عليها ليس لهم حق استعمالها ويشترط فى هذه الطرق أن تنشأ بشكل يسمح بالسير عليها بأقصى سرعة مع توفير شروط السلامة والاقتصاد فى استهلاك الوقود والطبانات ومعنى ذلك أن يكون تخطيطها ورصفها بالغين حد الكمال . ولذلك يجب أن تكون مستقيمة أو مكونة من أجزاء مستقيمة طويلة تربطها منحنيات مريحة للغاية يتغير نصف قطرها من ٢٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ متر وتتصل بالأجزاء المستقيمة بواسطة منحنيات انتقال من نوع ثمانى برنويللى (Bernouilli's Lemniscate) السابق الكلام عنها فى مبحث المنحنيات الأفقية — ويجب بصفة عامة تقليل عدد المنحنيات إلى أدنى حد وتطويل الأجزاء المستقيمة إلى أكبر حد .

٢ — العروضات . نظراً للسرعة العظيمة المسموح بها على هذه الطرق فانه يخصص خمسة أمتـــــار من العرض لكل خط مرور (Lane of Traffic) وذلك بدلا من الثلاثة أمتار التى تخصص لكل خط مرور فى الطرق العادية — ولما كانت أغلبية الطرق المخصصة للسيارات ذات خطين للمرور فقط لانعدام المرور البطىء عليها فان العرض الكلى للجزء المرصوف منها يكون عشرة أمتار — هذا ولا تعمل لها أرصفة ولا أحجار أرصفة (Curbs) بل تترك الأرض الزيادة على جانبي الجزء المرصوف خالية أو تزرع بالحشائش وتقام السياجات الحديدية (fences) على آخر حرم الطريق من الجانبين .

٣ — الانحدارات الطوليـة . حيث ان تطويل مدى الرؤية إلى أكبر حد من الأهمية بمكان فى مثل هذه الطرق فيجب ألا تزيد الانحدارات الطولية عن ٣ ./. بأى حال من الأحوال ويستحسن أن تكون بين ١ فى المائة و ٢ فى المائة .

٤ — السرعة . غير محددة وتصل أحيانا إلى ١٦٠ كيلو متر فى الساعة .

٥ — المحطات . يجب أن تنشأ محطات لهذه الطرق بقرب المدن والمطارات ومحطات السكك الحديدية بشكل ينظم الدخول اليها والخروج منها ويوجد بالشكل رقم (١٨) نموذج عام لهذه المحطات .

٦ — تقابل طريقين . يجب عند تقابل طريقين مخصصين للسيارات أن تتبع طريقة الدوران فى تنظيم المرور وذلك بانشاء رصيف مستدير

قطره ٧٠ متر على الأقل ويستحسن أن يكون مائة متر لتلف السيارات حوله قبل الاستمرار في سيرها أو الانتقال من طريق إلى آخر وذلك حسب المبين بالشكل رقم (١٨) المذكور .

٧ — الانشاء : المتبع لغاية الآن أن تنشأ هذه الطرق من الخرسانة الأسمنتية المسلحة على أساس متين من الخرسانة العادية — وقد أنشىء بعضها من المكدام الأسفلتي بسمك ٢٥ إلى ٣٠ سنتيمتر على أساس من المكدام العادي أو من الخرسانة العادية والمعتاد أن يدهن سطح الخرسانة الأسمنتية المسلحة بمادة أسفلتية لتقليل خشونته أو بمعنى آخر لتقليل مقاومة التدحرج عليه .

ويستحسن دائماً وضع خط من الأسمنت الأبيض في وسط الطريق ليكون حداً فاصلا بين خطي المرور حتى لا يتعدى أحدهما على الآخر .

٨ — المرور . لا يصرح باستعمال هذه الطرق إلا للسيارات ذات الثلاثة عجلات (بما في ذلك الموتوسيكلات ذات السلال) والسيارات ذات الأربعة عجلات المخصصة للسفر والسياحة والنقل ولكن كثير من الطرق المخصصة للسيارات لا يصرح لسيارات النقل بدخولها سواء كانت ذات أربعة أو ستة عجلات .

الباب الثانى

التنفيذ وتحسين شبكة الطرق القديمة

١ – المبحث الأول . عملية تنفيذ إنشاء الطريق :

إن عملية إنشاء أى طريق بعد تعيين خط سيره وبعد أن يتم عمل المباحث والخرائط والقطاعات والرسومات تتكون من العمليات الفرعية الآتية . —

(أولا) تحديد الأراضى التى سيشغلها الطريق ونزع ملكية ما يملكه الأفراد منها وما يتعلق بذلك من الاجراءات الادارية والقانونية وتقوم بذلك كله مصلحة المساحة إذا كان الطريق يمر فى الأراضى الزراعية وذلك من واقع خرائط تخطيط الطريق أما فى الصحارى فلا داعى للتحديد والمتبع فى الطرق الصحراوية أنه بعد التخطيط والانتهاء من انشائها تحدد من الجانبين بعلامات حجرية بيضاء لتسهل رؤيتها ليلا وهذه العلامات تعتبر الحدود الرسمية للطريق وترفع بواسطتها وترسم على الخرائط .

(ثانياً) تعيين محور الطريق . — بعد التحديد يصبح تعيين المحور للتشغيل أمر سهل لوجود ابعاده فى القطاعات العرضية وإذا كان الطريق

فى الصحارى فيعين المحور طبقاً لقواعد علم المساحة . وفى الحالتين يجب وضع أوتاد من الخشب أو الحديد على المحور وعلى جانبى الطريق فى آخر الميل وذلك فى موقع كل قطاع عرضى ويمكن إزالة أوتاد المحور بعد دق أوتاد الجانبين أو استعمال شواخص بدلها لتعيين المحور إلى ما بعد الانتهاء من التخطيط كله .

(ثالثاً) تعيين محلات المتارب والنزازات . — إذا كان الطريق يمر فوق ردم والأتربة اللازمة لبناء الجسر تؤخذ كلها أو بعضها من متارب أو نزازات فيجب تعيين عروضاتها عند موقع كل قطاع عرضى بأوتاد حتى تفحت بانتظام فلا يحصل بسببها شكاوى من أرباب الأراضى أو من مصلحة الصحة .

(رابعاً) الحفر والردم . — متى تمت العمليات الثلاثة المذكورة يمكن البدء فى عملية الحفر والردم لانشاء جسر الطريق ويستحسن أن تكون المحاسبة على الأتربة من واقع المتارب التى يجب أن تحفر بانتظام وعلى منسوب ثابت كى يسهل مقاسها .

ويجب أن يكون الردم على طبقات لا تتجاوز ٢٠ سنتيمتر وبعد وضع كل طبقة تكسر القلاقيل وتساوى الطبقة بالفاس قبل وضع الطبقة التى تليها .

ولتقدير ابعاد المتارب الكافية لمكعبات الجسر يجب أن يلاحظ أن الأتربة عند الحفر من الأراضى الزراعية تتفكك فيزيد حجمها بنسبة ١٥ فى المائة إلى ٢٥ فى المائة من حجم المتارب ولكن هذه الزيادة هى مؤقتة

وتزول بل وتنقلب أحياناً إلى عجز متى تم انشاء الجسر وتعرض لدهس الحيوانات وتأثير العجلات وبسبب الأمطار التى لها أيضاً فعلها فى دور الانشاء وبعده — وأسباب العجز وانكماش الجسور بعد انشائها هى أولا — ان الأراضى الزراعية توجدبها مسام كثيرة ناتجة من جذور النباتات التى تتحلل بعد قطعها ومن ذوبان بعض المواد ، وثانياً — ان ثقل الجسر وتأثير المرور ومقدار الرطوبة الموجودة بالتربة يكون لها أثرها المحسوس فى مقدار العجز والانكماش . وثالثاً — أن طريقة انشاء الجسر ونوع التربة ومقدار الأمطار التى تسقط وقت الانشاء أو بعده مباشرة كلها لها تأثير محسوس فى كبس الاتربة وقت الانشاء وبعده مباشرة

والاتربة الرملية هى أقل الاتربة انكماشا وتاتى بعدها الاتربة الطينية وبعدها الاتربة الصفراء وهى اكثرها قابلية للضغط . ومقدار الانكماش وقت الانشاء وبعده مباشرة قد تصل الى ١٥ فى المائة والى ٢٠ فى المائة وبعد فتح الطريق للمرور تصل الى ٢٥ الى ٣٥ فى المائة بسبب تأثير المرور وهذا العجز هو بخلاف التآكل أو الفقد الذى يحصل بسبب المرور . لذلك كله يجب مراعاة أن يكون حجم المتارب مساويا لمكعبات الجسر حسب القطاعات العرضية على الأقل أى باعتبار أن الزيادة المؤقتة الناتجة من عملية الحفر والردم مساوية للانكماش المذكور

وبعد انشاء الطريق على طبقات كما تقدم يجب تسوية سطحه بعد تكسير كل القلاقيل وضبط الميول حسب العروضات المبينة بالقطاعات العرضية مع صرف النظر عن ضبط الارتفاع حيث أنه سيهبط كثيرا كما تقدم

(خامساً) انشاء البرابخ والكبارى : فى الوقت الذى يبدأ فيه بانشاء الطريق يجب البدء فى انشاء البرابخ والكبارى حتى يتم الطريق دفعة واحدة ولا يتأخر الانتفاع به . وهذه الاعمال الصناعية تنفذ حسب الرسومات الموضوعة لها وطبقا للمواصفات الفنيــة العمومية والخصوصية التى توضع فى دفتر الاشترا طات عند عمل المناقصة عن هذه الأعمال

٢ — المبحث الثانى . القواعد العامة الواجب مراعاتها فى تحسين شبكة الطرق الرئيسية بالقطر المصرى

بعد أن انتهينا من بيان القواعد الفنية الواجب مراعاتها فى تصميم وانشاء الطرق يجب علينا الآن أن نذكر شيئاً عن المبادىء العامة الواجب تطبيقها على شبكة الطرق الرئيسية بالقطر المصرى لتكون وافية بحاجات عصر السيارات الذى نعيش فيه ولتكون نواة صــالحة لأن تزيد عليها الأجيال المقبلة . وهذه القواعد يمكن تطبيقها على الطرق الرئيسية الموجودة فى الوقت الحاضر عند تحسين حالتها كما يمكن تطبيقها على ما يستجد منها حتى تحصل البلاد على شبكة كاملة صالحة لتأدية وظيفتها فى الاقتصاد الأهلى وهى تخفيض تكاليف النقل والانتقال الى أدنى حد فتساعد على تخفيض نفقات المعيشة وتشجع على حسن توزيع وتصدير المحاصيل والمنتجات بأثمان معتدلة فتكون أقدر على مزاحمة نظيرها من محاصيل ومنتجات البلاد الأخرى . هذا فضلا عما فى ايجاد شبكة صالحة من الطرق من فوائد صحية وعامية واجتماعية وحكومية لا تقوم بمال . فالطرق لهــا أثرها فى تمدين الأهالى وتربية الذوق العام ونشر الثقافة وتوطيد الامن هذا فوق فوائدها

الأصلية وهى الفوائد الاقتصادية

وأعم القواعد العامة المشار اليها هى :

أولا — الطريق الرئيسى يجب أن يكون اتجاهه طوالى (direct) بين البلاد المطلوب خدمتها وذلك بقدر ما تسمح به طبيعة الأرض وانحداراتها أى يجب أن يكون خالياً من اللفات المضيعة للوقت والمال وليس معنى هذا أن يكون الطريق كله مستقيما اذا كانت الأحوال الخاصة به لا تسمح بذلك

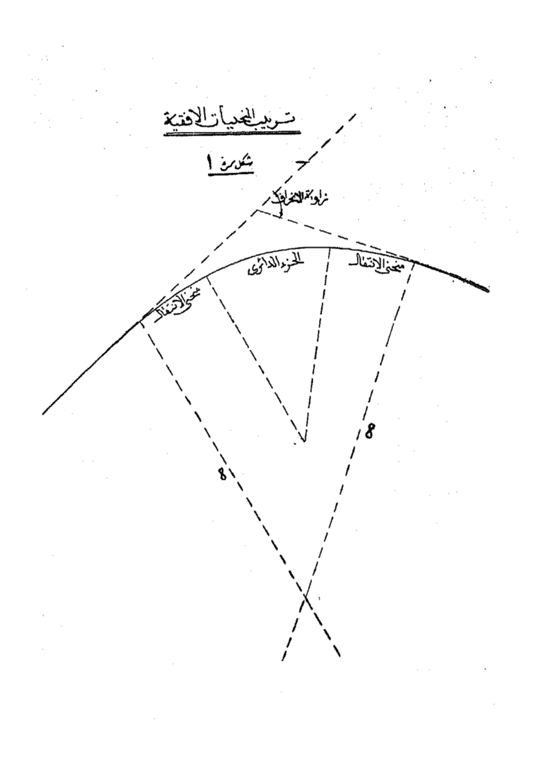
ثانياً — يجب عدم تحويل الطرق الرئيسية لتمريرها على بلاد غير مهمة لما فى ذلك من تقليل لقيمة الطريق الرئيسى كوسيلة للانتقال والنقل السريع بين المدن المهمة — والبلاد الغير مهمة يمكن توصيلها بوصلات الى الطريق الرئيسى اذا كان يمر بقربها

ثالثاً — يجب جعل الشوارع الرئيسية المخصصة للخروج من أى مدينة والدخول اليها بقدر الاستطاعة متفقة فى الاتجاه مع شبكة الطرق الرئيسية المحيطة بتلك المدينة وذلك لتسهيل النقل والانتقال مع ضواحيها والأقاليم الواقعة حولها

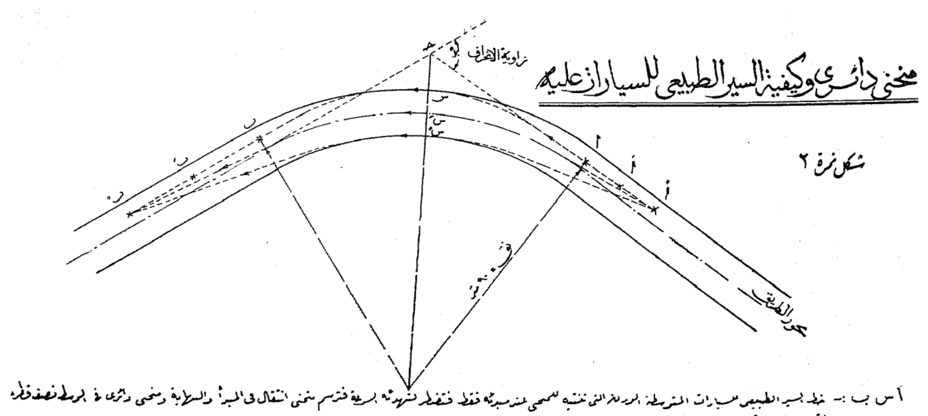
رابعاً — الطرق الرئيسية الموصلة بين العاصمة وعواصم الأقاليم والمحافظات يجب تمريرها خارج القرى وخارج البلاد الصغيرة أيضاً لأن شوارع تلك القرى والبلاد الصغيرة هى فى الغالب لا تصلح أن تكون أجزاءاً من الطرق الرئيسية ولأن فى التحويل خارج القرى والبلاد الصغيرة ضماناً لسلامة المرور

خامساً — يجب عنـــد تحسين الطرق الرئيسية توسيعها لجعل عروضاتها وافية بحاجة المرور طبقاً للقواعد السابق ذكرها فى مبحث القطاع العرضى

هذه هى القواعد الأساسية و بطبيعة الحال تكون لكل حالة ظروفها الخاصه فيجب بذل كل المستطاع لجعل الطرق الرئيسية مشجعة للنقل والانتقال بسرعه مع توفير أسباب السلامه والراحه للجمهور ؟


ترتيب المنحنيات الافقية
شكل رقم 1
زاوية الانحراف
منحنى الانتقال
الجزء الدائري
منحنى الانتقال
8
8

منحنى دائري وكيفية السير الطبيعي للسيارات عليه



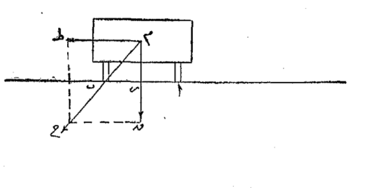
أ س ب :- خط السير الطبيعي للسيارات المتوسطة السرعة التي تنتبه للمنحنى عند مبدئه فقط فتضطر لتهدئة السرعة فترسم منحنى انتقال في المبدأ والنهاية ومنحنى دائري في الوسط نصف قطره أقل من نصف قطر منحنى الطريق.

أ س َ ب َ :- خط السير الطبيعي للسيارات المتوسطة السرعة التي تنتبه لوجود المنحنى قبل ابتدائه ويحترس سائقوها في عدم التعدي على النصف الثاني للطريق المخصص للاتجاه المضاد فيخفضون السرعة قليلاً فترسم سياراتهم منحنى انتقال في المبدأ وفي النهاية ومنحنى دائري في الوسط ذو نصف قطر أكبر من نصف قطر منحنى الطريق.

أ س ً ب ً :- خط السير الطبيعي للسيارات المتوسطة السرعة التي تنتبه لوجود المنحنى قبل ابتدائه وتتعمد عدم تخفيض السرعة فهذه تضطر لرسم منحنى انتقال مريح في المبدأ والنهاية ومنحنى دائري في الوسط نصف قطره أكبر من نصف قطر منحنى الطريق وتضطر لدخول النصف الثاني من الطريق فترتكب مخالفة

شكل نمرة ٣

الظهر في المنحنيات



الحالة بدون ظهر :-

$$\frac{\text{ط}}{\text{ق}} = \frac{\text{ب ر}}{\text{م ر}}$$

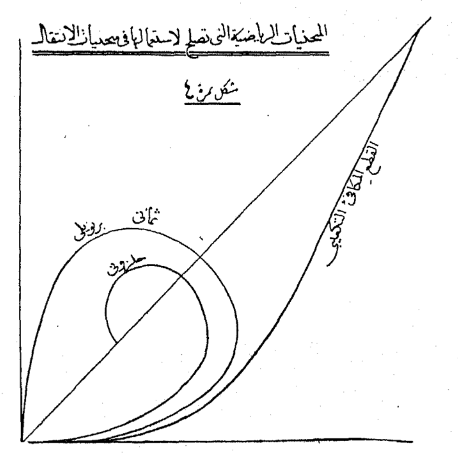
أو $$\frac{\frac{\text{ق س}^{2}}{\text{حـ نق}}}{\text{ق}} = \frac{\text{ب ر}}{\text{م ر}}$$

أو $$\frac{\text{س}^{2}}{\text{حـ نق}} = \frac{\text{ب ر}}{\text{م ر}}$$

الحالة بعد عمل الظهر :-

$$\frac{\text{ط}}{\text{ق}} = \text{ظا}\,(\text{و} + \text{هـ})$$

أو $$\frac{\text{س}^{2}}{\text{حـ ق}} = \text{ظا}\,(\text{و} + \text{هـ})$$



المنحنيات الرياضية التى تصلح لاستعمالها فى منحنيات الانتقال
شكل نمرة ٤
ثمانى برنولى
حلزونى
القطع المكافئ التكعيبى

شكل نمرة ٥

خواص ثماني برنوللي

المحور الأصغر

المحور الأكبر

معادلة المنحنى: سـ = م $\sqrt{\text{حا ٢ب}}$

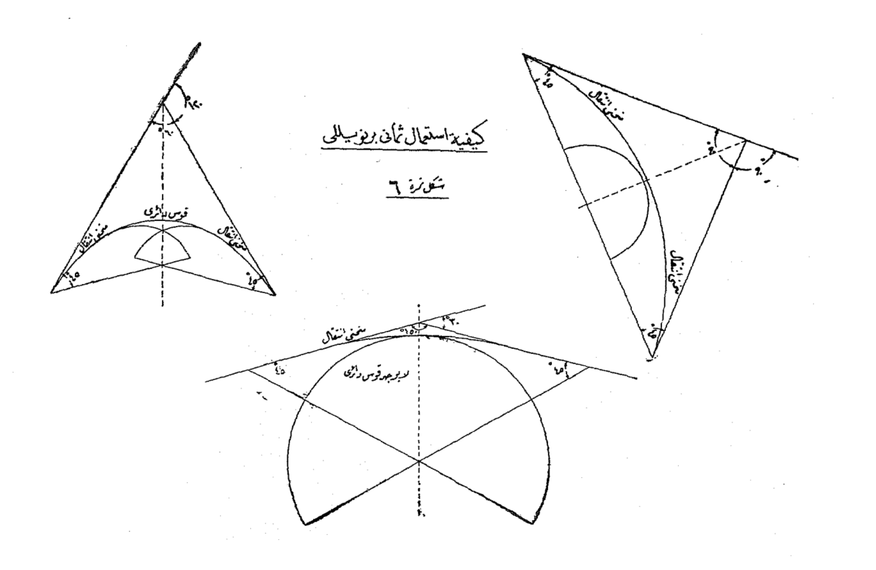
سـ = طول أي شعاع قطبي

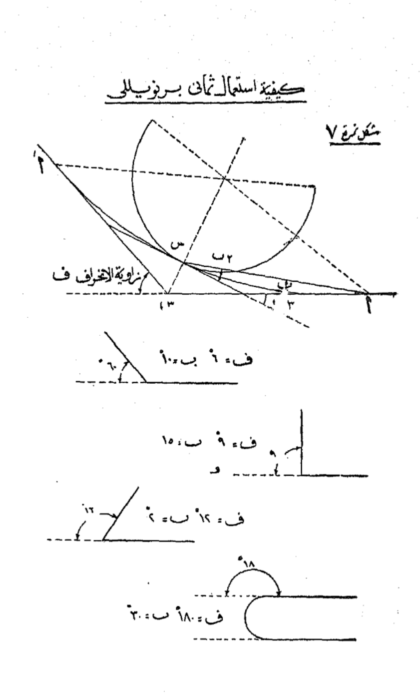
م = طول المحور الأكبر (وهو عادة مقرب قبل)

ب = الزاوية بين الشعاع والمماس عند المبدأ أس

الزاوية حـ دائما تساوي ضعف الزاوية ب وعلى ذلك فالزاوية د تساوي ثلاثة أمثال ب والمثلث أ ن نَ متساوي الاضلاع والمحور الاصغر يساوي المحور الأكبر مقسوما على $\sqrt{2}$ ونصف قطر الانحناء عند أي نقطة.

$$\text{نق} = \frac{\text{سـ}}{\text{٣ حا(٢ب)}}$$ ؟


کیفیة استعمال ثمانی برنوییللی
شکل نمره ٦
منحنی انتقال
قوس دائری



كيفية استعمال ثمانى برنوبيللى
شكل نمرة ٧
زاوية الانحراف ف
س
ب٢
ف = ٦٠° ب = ١٠
٦٠°
ف = ٩٠° ب = ١٥
٩٠
ف = ١٢٠° ب = ٢٠
١٢٠
١٨٠°
ف = ١٨٠° ب = ٣٠

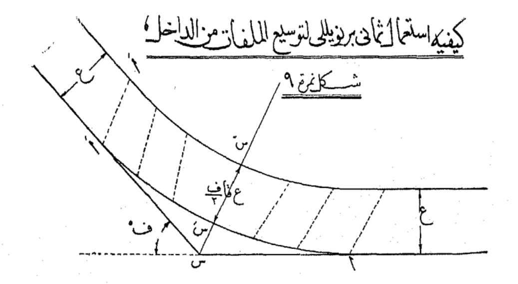
شكل ٨

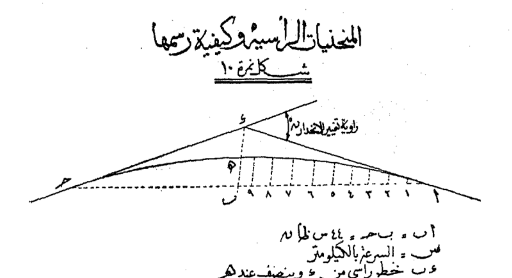
جدول رقم ١ يبين طريقة رسم ثمانى برنوييلى بأوتار طول ١٠ متر أى (نصف جزير)

الزاوية القطبية ب	جا (٢ ب)°	√جا(٢ ب)°	طول الشعاع س = ١٠٧،٠٥٥ √جا(٢ب)°	المسافة من المبدأ م	نصف قطر الانحناء نور = س / ٣ جا(٢ب)°
٠° ١٥'	٠،٠٠٨٧٢	٠،٠٩٣٤١	١٠ متر	١٠ متر	٣٨٢،٠٠ متر
١° —	٠،٠٣٤٩	٠،١٨٦٨٣	" ٢٠	" ٢٠	١٩١،— "
٢° ١٥'	٠،٠٧٨٤٦	٠،٢٨ ١١	٢٩،٩٩	" ٣٠	١٢٧،٤ "
٤° —	٠،١٣٩١٧	٠،٣٧٢ ١	٣٩،٩٣ "	" ٤٠	٩٥،٦
٦° ١٥'	٠،٢١٦٤١	٠،٤٦٥٢٣	٤٩،٨٠	" ٥٠	٧٦،٧ "
٩° —	٠،٣٠٩٢	٠،٥٥٥٩٠	" ٥٩،٥١	" ٦٠	٦٤،٢ "
١٢° ١٢'	٠،٤١٣٠٩	٠،٦٤٢٧٢	" ٦٨،٨١	" ٧٠	٥٥،٥ "
١٥° ٥٤'	٠،٥٢٦٩٤	٠،٧٢٥٩١	" ٧٧،٧١	" ٨٠	٤٩،١ "
٢٠° —	٠،٦٤٢٧٩	٠،٨٠١٧٤	" ٨٥،٨٣	" ٩٠	٤٤،٥ "
٢٤° ٣٠'	٠،٧٥٤٧١	٠،٨٦٨٧٤	٩٣،٠	" ١٠٠	٤١،٨ "

جدول رقم ٢ يبين زوايا الانحراف والزوايا القطبية وأطوال المماس وأسهم ثمانى برنوييلى

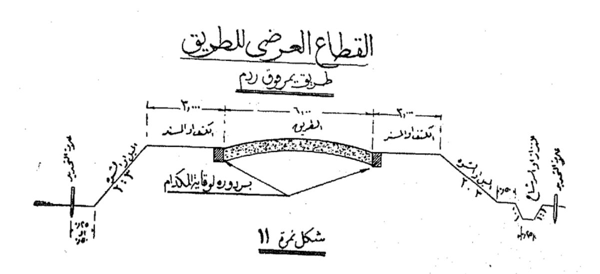
زاوية الانحراف ف	الزاوية القطبية ب	طول المماس أ س	السهم س س'
٣°	½°	١٤،١٤٥ متر	٠،١٢٣ متر
٦	١	" ٢٠،١٥	" ٠،٣٤٩
٩	١½°	" ٢٤،٥٣٥	" ٠،٦٤٣
١٢	٢°	" ٢٨،٤١٦	" ٠،٩٩٤
١٥°	٢½°	" ٣١،٧٥٨	" ١،٣٩
١٨°	٣	" ٣٤،٨٥	" ١،٨٣٠
٢١°	٣½°	" ٣٧،٦٩	" ٢،٣٤٠
٢٤°	٤°	" ٤،٣٩	" ٢،٨٥
٢٧°	٤½°	" ٤٢،٩٥	" ٣،٤٩
٣°°	٥°	" ٤٥،٤٤	" ٤،١٣٠
٣٣°	٥½°	" ٤٧،٨٦	" ٤،٧٨
٣٦°	٦°	" ٥٠،١٦	" ٥،٣٦


كيفية استعمال ثماني برنويللي لتوسيع الملفات من الداخل
شكل نمرة ٩
ع
أ
س
ع ظا ف/٢
ف
س
أ
ع


المنحنيات الرأسية وكيفية رسمها
شكل نمرة ١٠
زاوية تغيير الانحدار
ء
هـ
حـ
ب ٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ أ
أب = بحـ = ٤٤ س ظا ٨
س = السرعة بالكيلومتر
ءب خط راسى من ء وينصف عند هـ

القطاع العرضى للطريق

طريق بمروق ردم



شكل نمرة ١١

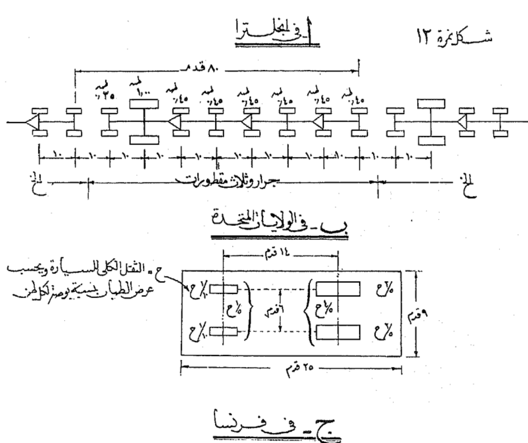
وحدات احمال التصميم فى انجلترا والولايات المتحدة وفرنسا

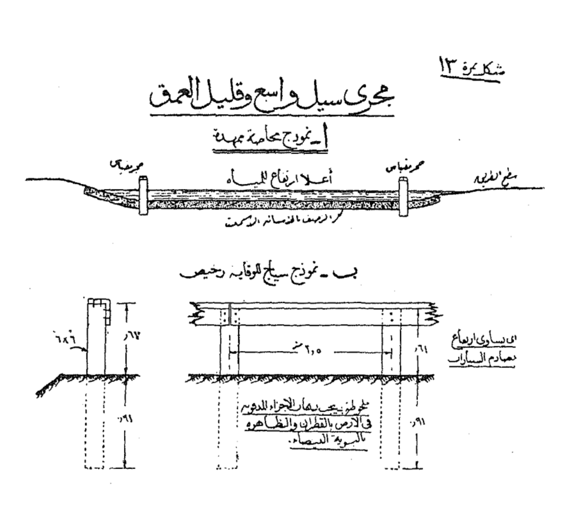
شكل نمرة ١٢

أ ـ فى انجلترا

ب ـ فى الولايات المتحدة

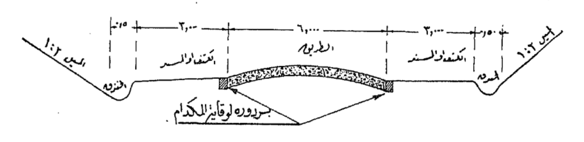
ج ـ فى فرنسا





شكل نمرة ١٣
مجرى سيل واسع وقليل العمق
أ ـ نموذج محاصة ممهدة
أعلا ارتفاع للمياه
ب ـ نموذج سياج للوقاية رخيص
٢,٥ متر
٠,٦١
٠,٦٢
٠,٩١
٦×٦
اى يساوى ارتفاع
مصادم السيارات
ملحوظة يجب دهان الاجزاء المدفونة
فى الارض بالقطران والظاهرة
بالبوية البيضاء.

طريق يمر فوق حفر

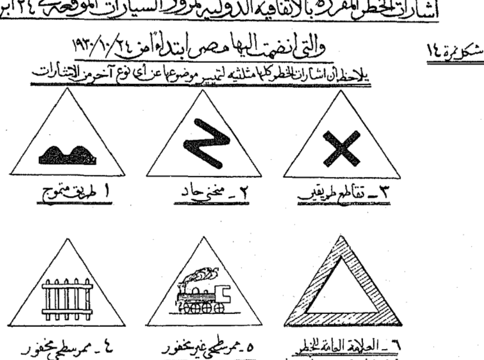


اشارات الخطر المقررة بالاتفاقية الدولية لمرور السيارات الموقعة في ٢٤ ابريل ١٩٢٦

والتي انضمت اليها مصر ابتداءً من ٢٤/١٠/١٩٣٠

شكل نمرة ١٤

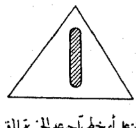
يلاحظ ان اشارات الخطر كلها مثلثية لتمييز موضوعها عن أي نوع آخر من الاشارات



مثلث مفرغ للاستعمال عندما لا تسمح الاحوال
الجوية باستعمال المثلث ذو السطح الملون به
والرسوم المطلوبة لاحدى العلامات الخمسة السابقة

اشارات الخطر الاضافية التى قررها المؤتمر الاوروبى للمرور المنعقد فى جنيف فى مارس سنة ١٩٣١ وادمجت فى الاتفاقية الدولية الخاصة بتوحيد نظام الاشارات فى الطرق الموقع عليها فى جنيف فى ٣٠ مارس سنة ١٩٣١ وهى مثلثية الشكل حسب القاعدة العامة لاشارات الخطر

مثلث مفرغ ومعكوس للدلالة على حق الاسبقية فى السير



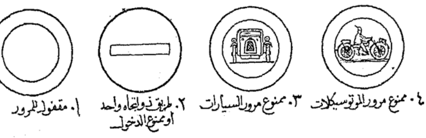
للدلالة على أى خطر آخر غير الخمسة المقررة باتفاقية سنة ١٩٢٦

شكل نمرة ١٥

اشارات التنبيهات الواجبة الطاعة التى قررها المؤتمر الاوروبى للمرور وادمجت فى الاتفاقيه الدوليه الخاصه بتوحيد اشارات الطرق الموقع عليها فى جنيف فى ٣٠ مارس سنة ١٩٣١

جميعها مستديرة الشكل لتمييز موضوعها عن اشارات الخطر واشارات الارشاد

شكل نمرة ١٦

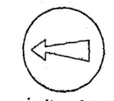


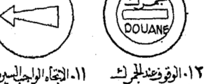
٤. ممنوع مرور الموتوسيكلات ٣. ممنوع مرور السيارات ٢. طريق ذو اتجاه واحد او ممنوع الدخول ١. مقفول للمرور



٨. تحديد السرعة ٧. تحديد الثقل الكلى للسيارات ٦. تحديد الثقل الكلى عموما ٥. ممنوع مرور السيارات والموتوسيكلات





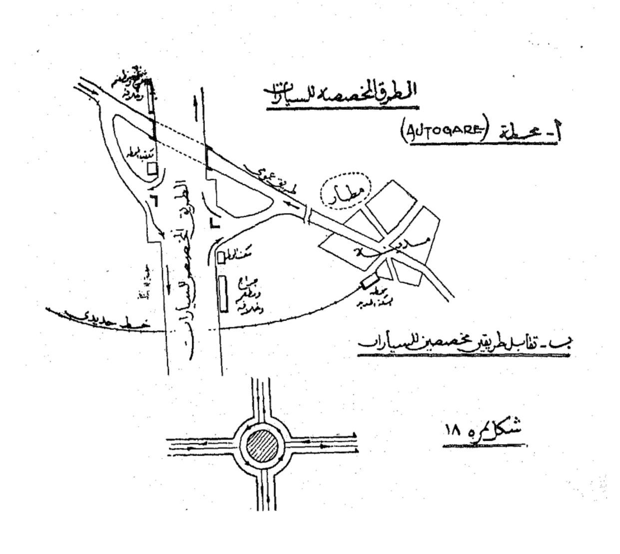


١٢. الوقوف عند الجمرك ١١. الاتجاه الواجب السير فيه ١٠. ممنوع ترك العربات (PARKING) ٩. ممنوع الانتظار

اشارات الارشاد التي قررها الموتمر الاوروبي للمرور وادمجت في الاتفاقيه الدوليه لتوحيد اشارات الطرق الموقع عليها في جنيف في ٣٠ مارس سنة ١٩٣١

هذه الاشارات تكون كلها مستطيلة الشكل لتمييز نوعها عن غيرها

شكل نمرة ١٧



الطرق المخصصة للسيارات
أ- محطة (AUTOGARE)
مطار
مدينة
طريق عمومي
خط حديدي
ب- تقابل طريقين مخصصين للسيارات
شكل رقم ١٨

